

CHRISTEL LINGNAU

AVALIAÇÃO DE DANOS EM *Araucaria angustifolia*

(Bert.) O. Ktze.

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre.

Curitiba
1990

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

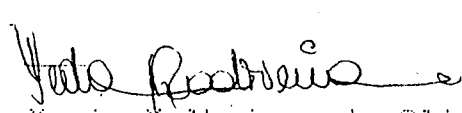
P A R E C E R

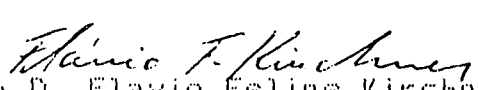
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pela candidata **CHRISTEL LINGNAU**, sob o título "**AVALIAÇÃO DE DANOS EM Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze.**" para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em **MANEJO FLORESTAL**, após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata, são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

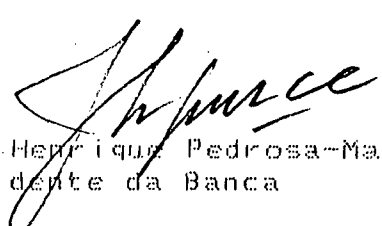
Observação:

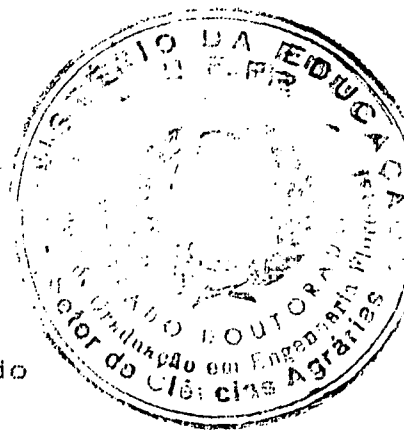
O critério de aprovação da Dissertação e Defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas, **APROVADA** ou **NÃO APROVADA**.

Curitiba, 14 de setembro de 1990


Pesq. M.Sc. Yeda Maria Malheiros de Oliveira
Primeira Examinadora


Prof. Ph.D. Flavio Felipe Kirchner
Segundo Examinador


Prof. Dr. Jose Henrique Pedrosa-Macedo
Presidente da Banca



AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Henrique Pedrosa-Macedo, pelo assunto da Tese de Mestrado, orientação, apoio, incentivo e aos valiosos esclarecimentos.

Aos Prof. Dr. Attilio Antonio Disperatti e Prof. Dr. Flávio Felipe Kirchner pela orientação e estímulo na realização do Curso de Mestrado.

Aos Prof. Dr. Gerd Hildebrandt, Dr Steffen Kuntz, Dr. Abdulhannan Kadro e Dr. Peter Tepassé, pelo apoio, e pelas valiosas informações recebidas para a concretização deste trabalho.

A GIACOMET MARODIN Indústria de Madeiras S.A., pelo apoio logístico na obtenção dos dados para a realização deste trabalho.

Ao Cmte. Flávio Bauer, pela obtenção das Fotografias Aéreas 70 mm de ótima qualidade, através das quais foi possível realizar o trabalho, alcançando bons resultados.

Ao arqueiro Marcos Cury Neubauer, pela viabilização na sinalização das amostras com o uso de arco e flecha.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão de bolsa de estudo, durante o Curso de Mestrado.

Aos meus pais, Gerhard e
Maria Rosina

DEDICO

SUMARIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS.....	03
3. REVISAO BIBLIOGRAFICA.....	04
4. MATERIAL E METODOS.....	24
4.1 MATERIAL.....	24
4.1.1 Localização Geográfica da Area.....	24
4.1.2 Características Climáticas e Ecológicas.....	25
4.1.3 Relevo.....	25
4.1.4 Descrição da Area de Plantio.....	25
4.2 METODOS.....	26
4.2.1 Reconhecimento da Area de Estudo em Campo.....	27
4.2.2 Alocação das Areas de Treinamento.....	28
4.2.3 Sinalização.....	28
4.2.4 Levantamento Aerofotográfico.....	30
4.2.5 Inventário de Campo.....	34
4.2.6 Fotointerpretação Preliminar.....	39
4.2.7 Checagem em Campo dos Resultados da Fotointerpretação.....	39
4.2.8 Fotointerpretação Definitiva.....	40
5. RESULTADOS E DISCUSSAO.....	43
5.1 RECONHECIMENTO DA AREA DE ESTUDO EM CAMPO.....	43
5.2 INVENTARIO DE CAMPO.....	44

5.2.1	Diagnose do Dano.....	44
5.2.2	Sintomatologia do Dano.....	45
5.2.3	Chave de Classificação.....	46
5.3	FOTOINTERPRETAÇÃO.....	49
5.4	AVALIAÇÃO COMBINADA DOS DADOS DE CAMPO E FOTOINTERPRETAÇÃO.....	57
5.5	INDICE DE DANO.....	61
6.	CONCLUSÃO.....	67
7.	RECOMENDAÇÕES.....	69
	APENDICE.....	70
	SUMMARY.....	75
	INHALTSANGABE.....	76
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	77

LISTA DE TABELAS

1. CLASSE DE ESCALA E TIPO DE SENSORES RELATIVOS PARA A DETECÇÃO E INTERPRETAÇÃO DO ESTRESSE DO MEIO (MURTHA, 1981).....	12
2. ESCOLHA DO TIPO DE FILME E ESCALA PARA INVENTARIO DE EXTENSAS AREAS. FCI = Filme Colorido Infravermelho; PB = Filme Pancromático ou Infravermelho Preto e Branco (KENNEWEG, 1984).....	13
3. DESCRIÇÃO DA AREA DE ESTUDO. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	26
4. NUMERO DE FOTOGRAFIAS CORRESPONDENTES A CADA FAIXA.IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	31
5. CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO PARA FOTOGRAFIA AEREA. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	53
6. MATRIZ DE COMISSAO E OMISSAO ELABORADA A PARTIR DA AVALIAÇÃO NO POVOAMENTO DE <i>Araucaria angustifolia</i> . IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	59
7. APRESENTAÇÃO DOS VALORES ABSOLUTOS E REALTIVOS DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO COMBINADA NO POVOAMENTO DE <i>Araucaria angustifolia</i> . IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	60
8. VALORES ABSOLUTOS E RELATIVOS DAS ARVORES NAO-VISIVEIS NA FOTOGRAFIA AEREA NO POVOAMENTO DE <i>Araucaria angustifolia</i> . IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	60
9. CALCULO DO INDICE DE DANO POR TALHAO. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	62
10. ANALISE DOS DANOS EM RELAÇÃO A ALTITUDE.IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	65
11. ANALISE DOS DANOS EM RELAÇÃO A EXPOSIÇÃO DO TERRENO IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	66

LISTA DE FIGURAS

1. FASE EVOLUTIVA ONTOGENETICA DA <i>Araucaria angustifolia</i> (HERTEL, 1980).....	07
2. CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO (KENNEWEG, 1984).....	18
3. CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DA AREA DE ESTUDO. IMOVEL RIO DAS COBRAS. MUNICIPIO DE QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	24
4. FLUXOGRAMA DO DESENVOLVIMENTO DO INVENTARIO DE DANOS. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	27
5. SINALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS. PROJETO 05, TALHAO 07 IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	29
6. CROQUI DA AREA COM LOCALIZAÇÃO DAS FAIXAS DE VOO. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989. (BAUER, 1989).....	30
7. COPAS SADIAS COM DENSIDADE DE ACICULAS DIFERENTES EM <i>Araucaria angustifolia</i> . IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	34
8. COPAS SADIAS COM DIFERENCIAÇÃO DE COLORAÇÃO EM <i>Araucaria angustifolia</i> . PROJETO 06, TALHAO 24. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	35
9. ABRANGENCIA DO DANO NA COPA PARA A CLASSIFICAÇÃO DE DANOS DE ETIOLOGIA FUNGICA EM <i>Araucaria angustifolia</i> . IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	36
10. CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DAS ARVORES AMOSTRAIS. AMOSTRA N 05. PROJETO 05, TALHAO 07. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	38
11. CONTEUDO DE INFORMAÇÕES DOS ELEMENTOS NA FORMA GRAFICA E DESCRITIVA (TEPASSE, 1988).....	42
12. FOCOS DE DANOS. PROJETO 06, TALHAO 12. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	43
13. DIAGNOSTICO DO DANO DE ETIOLOGIA FUNGICA EM <i>Araucaria angustifolia</i> . IMOVEL RIO DAS COBRAS.	

QUEDAS DO IGUAÇU-PR.....	45
14. SENTIDO DO DESENVOLVIMENTO DO DANO DE ETIOLOGIA FUNGICA NA COPA DE <i>Araucaria angustifolia</i> . IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	46
15. ASPECTO DAS ARVORES EM CAMPO. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	48
16. FORMA GRAFICA DOS ELEMENTOS DE FOTOINTERPRETAÇÃO PARA A <i>Araucaria angustifolia</i> . IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	50
17. ESQUEMA DOS PADROES DE COPA DA <i>Araucaria angustifolia</i> . IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	51
18. ASPECTO DAS ARVORES NAS FOTOGRAFIAS AEREAS. PROJETO 05, TALHAO 07. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	55
19. AFLORAMENTO DE ROCHAS. PROJETO 05, TALHAO 07. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	56
20. SOLO HIDROMORFICO. PROJETO 06, TALHAO 10. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	56
21. AVALIAÇÃO COMBINADA. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	57
22. INDICE DE DANO EM RELAÇÃO AOS TALHOES INDIVIDUAIS. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.....	63

RESUMO

Um estudo foi conduzido objetivando desenvolver metodologia para avaliação de danos bióticos em áreas plantadas com *Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze.. A base necessária de informações quantificadas foi obtida por: a) coleta de dados em inventário de campo, e b) interpretação de Fotografias Aéreas Verticais Não-Métricas. A essência da metodologia utilizada envolveu uma "Avaliação Combinada" dos dados obtidos segundo aquelas duas fontes de informação. A avaliação possibilitou a detecção de seis estágios de evolução do dano. Estes, por sua vez foram identificados através do uso de chaves de classificação seletiva elaboradas, tanto para campo como para fotografias aéreas. Finalmente calculou-se a intensidade do dano, para cada talhão, auxiliando a empresa florestal no controle do agente daninho e também para uma eventual reformulação do plano de manejo em áreas onde os danos foram consideráveis.

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência natural de coníferas no território brasileiro limita-se a três essências (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., *Podocarpus lambertii* Klotzsch, *Podocarpus selowii* Klein), sendo a *Araucaria angustifolia* a principal e economicamente a mais importante. Com o advento dos incentivos fiscais na década de 60, foram implantadas extensas áreas de florestas homogêneas e equiâneas com a finalidade de suprir as indústrias com matéria-prima.

A falta de informações técnicas e científicas sobre a silvicultura brasileira conduziu a falhas, as quais podem revelar-se em qualquer fase de desenvolvimento da floresta. As falhas manifestam-se através da mortalidade de árvores individualmente ou em grupos, causada por danos abióticos e/ou bióticos.

Devido a importância comercial e econômica dos reflorestamentos, torna-se necessário desenvolver metodologias de avaliação de danos abióticos e/ou bióticos para as condições brasileiras, como por exemplo, o emprego de fotografias aéreas verticais.

O uso de Fotografias aéreas com fotointerpretação é de importância indiscutível na obtenção de um mapeamento rápido de toda a extensão do dano, além de propiciarem as análises qualitativa e quantitativa dos diferentes estágios em que ele

ocorre.

Em face da grande ocorrência de problemas fitossanitários em florestas homogêneas, este trabalho visa desenvolver metodologia para avaliar danos florestais em áreas plantadas com *Araucaria angustifolia*, qualificando e quantificando-os em diferentes estágios de desenvolvimento.

A qualificação e quantificação de danos e sua análise têm o intuito de auxiliar a Empresa Florestal no controle do agente daninho e também numa eventual reformulação do plano de manejo (tratos silviculturais, exploração e proteção), pois a ocorrência de danos, seja qual for a intensidade, causa alterações na estrutura do reflorestamento. As alterações ocorrem na forma de perda parcial ou total de matéria-prima (madeira, frutos, sementes, folhas, resina, etc.).

2. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram:

- 1 - Desenvolver metodologia para avaliar danos florestais em povoamentos de *Araucaria angustifolia*, utilizando conjuntamente Fotografias Aéreas e Inventário de Campo;
- 2 - Analisar a potencialidade das Fotografias Aéreas Verticais Colorido Normal Não-Métricas, na escala ampliada 1:2.000, para avaliar danos florestais;
- 3 - Elaborar uma chave de classificação para a caracterização dos diferentes estágios de danos;
- 4 - Quantificar e qualificar os diferentes estágios de danos (abióticos e bióticos) existentes no povoamento;
- 5 - Fazer uma análise da intensidade dos danos em cada talhão.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Dano florestal é um efeito de qualquer tipo e intensidade sobre uma ou mais árvores, causado por um agente externo, que temporária ou permanentemente reduz o valor econômico e a capacidade biológica de crescimento e reprodução (MURTHA, 1972).

Os problemas fitopatológicos são classificados por KRUGNER (1989) em três tipos, os quais são:

- . Abiótico, não-infeccioso ou não-parasitário - causado por condições adversas do ambiente, incluindo estresse de temperatura, umidade, fatores do solo, como textura, estrutura, disponibilidade de nutrientes e pH, e a ação do homem (fitotoxidez, poluição atmosférica, etc.).

- . Biótico, infeccioso ou parasitário - é aquele causado por agente vivo (fungo, bactéria, micoplasma, nematóide, protozoário e planta parasita) ou entidade biológica (vírus).

- . Causa Múltipla ou Complexa - é aquela desencadeada por estresse ambiental, envolvendo um ou mais fatores que debilitam as árvores e as tornam mais susceptíveis à ação de organismos secundários (fungos, insetos, etc.).

SCHWERDTFEGER (1981) fez uma classificação pormenorizada dos elementos daninhos, enquadrando-os dentro de duas classes, que são:

ABIOTICO

Danos pelo Fogo

Danos pela Poluição Atmosférica

Danos pelo
Clima

Insolação
Calor com seca
Geadas
Vento e Tempestade
Raios
Neve
Gases Tóxicos e Gelo
Granizo
Chuva

Danos pela
Qualidade
Limitada
do Solo

Excesso Hídrico
Déficit Hídrico
Carência de Nutrientes
Excesso de Nutrientes
Exportação da Manta Morta
Radiações Térmicas da Terra
Areia Movediça

BIOTICO

Vírus
Rickettsias
Bactérias
Fungos
Líquens
Plantas Fitófagas
Ervas Daninhas Florestais
Protozoários
Nematóides e Anelídeos
Aranhas
Centopéias
Insetos
Lesmas e Caracóis
Anfíbios e Pássaros
Mamíferos

HERTEL (1980) citou que *Araucaria angustifolia* pode apresentar características diferentes em função de fatores genéticos e/ou do meio ambiente. Estas alterações surgem na forma e estrutura da copa, densidade e coloração das acículas.

Quanto à forma de copa, HERTEL (1980) apresentou uma descrição das características que a araucária adquire em cada Fase Evolutiva Ontogenética, que são as seguintes:

- Fase Tirodêndrica: forma cônica (piramidada) de modo dilucional baseado em "andares", "verticilos" ou "coroas", cujo raio diminui harmônica e proporcionalmente à medida que a altura de inserção aumenta. Esta forma costuma persistir por tempo mais ou menos longo, até se instalar um retardamento relativo no crescimento em altura do eixo principal (tronco), iniciando-se o encopamento.

- Fase Ferodêndrica: é abandonada a silhueta triangular, aproximando-se de certo modo da elíptica, manifestando mais acentuadamente a formação da copa em função da citulação dos galhos inferiores, o que vai causar nova modificação geométrica da copa ferodêndrica (forma convexa ou plano-horizontal).

- Fase Senadêndrica: derradeira das fases evolutivas ontogenéticas, caracterizando o declínio funcional e desmoronamento do hábitat, podendo ter forma convexa ou plano-horizontal.

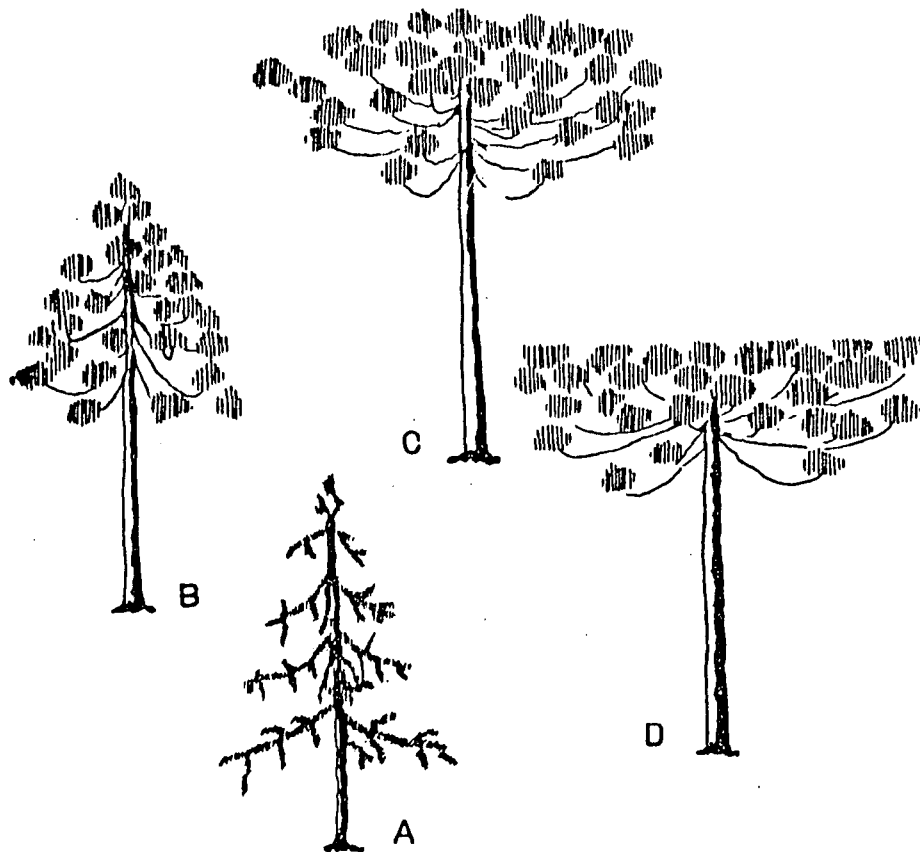


FIGURA 01: FASE EVOLUTIVA ONTOGENETICA DA *Araucaria angustifolia* (HERTEL, 1980).

- A - Fase Tirodêndrica
- B - Fase Ferodêndrica
- C - Fase Senadêndrica (convexa)
- D - Fase Senadêndrica (plana-horizantal)

O inventário de danos florestais tem o objetivo de conhecer a sua distribuição e qualificá-lo na floresta. Após o conhecimento da intensidade de ataque do agente daninho, diferentes aspectos podem ser enfocados.

SCHMIDTKE (1987) apresentou uma relação do que os danos podem representar para uma floresta:

- . perda do incremento;
- . aumento do perigo dos ventos em função das clareiras;
- . diminuição da regeneração natural;
- . aumento dos custos de exploração da madeira;
- . perda por corte prematuro das árvores;
- . aumento no custo de adubação;
- . aumento no perigo de erosão;
- . redução de algumas funções de proteção;
- . danos na recuperação.

A avaliação dos danos em campo assim como na Fotografia Aérea requer do interpretador um conhecimento profundo da ciência florestal e da fotointerpretação, pois é preciso conhecer possíveis agentes daninhos, sintomatologia de vegetação anômala e sadia e alterações da reflectância espectral (MURTHA, 1972).

O uso da fotografia aérea para estudos florestais tem importância devido à complexidade do ecossistema florestal, principalmente em florestas tropicais e subtropicais, onde alterações podem surgir rapidamente.

HILDEBRANDT et al. (1986) citaram outras vantagens que a fotografia oferece para a definição de danos florestais:

- . custo de pessoal menor;
- . dados da fotografia obtidos no mesmo dia;
- . fotografias obtidas sob condições pré-definidas;
- . resultados podem ser a qualquer momento ratificados e controlados;

. é feita simultaneamente a documentação fotográfica do estado de vitalidade do povoamento florestal.

As vantagens do uso das fotografias aéreas na área florestal, segundo KADRO et al. (1973), residem no fato de que um grupo de árvores pode ser analisado sincronicamente, pois o estado de vitalidade delas está registrado nas fotografias aéreas, e dúvidas podem ser dirimidas a qualquer momento no decorrer do trabalho. Além do mais erros causados pelo intérprete, devido ao cansaço, distração, descuido e diferença de luminosidade são minimizados no laboratório.

Outra vantagem da fotografia aérea é que um pequeno número de pessoas pode realizar o trabalho de inventário de grandes áreas, além de permitir uma checagem a qualquer momento dos resultados obtidos, assim como também fornecer um suplemento de informação através de outros trabalhos de fotointerpretação (TZSCHUPKE, 1984).

KENNEWEG e LIESEBACH (1984) justificam a importância do uso da fotografia aérea pela rapidez com que esse documento pode ser obtido, pois a morte de árvores no povoamento é dinâmica. O estado do povoamento é avaliado objetivamente e mensurável a partir de um "dia definido", sendo também possível no futuro a reconstrução e análise de uma eventual situação desconhecida.

Segundo BRANDL (1985), os danos podem ser detectados a longo ou a curto prazo.

A longo prazo:

- . redução do incremento;
- . exploração prematura da madeira;

- . perda na produção de madeira;
- . perda por alterações na produção.

A curto prazo, os sintomas são caracterizados imediatamente:

- . exploração e rendimento;
- . desvalorização na venda da madeira;
- . rendimento - perda de subprodutos - despesas;
- . culturas;
- . proteção florestal;
- . adubação;
- . inventário e outros.

A comparação entre os dados da fotografia aérea poderá ser melhorada, segundo TEPASSE (1985), quando:

- . efetuada entre mais do que um levantamento aerofotográfico: filmes, emulsão, filtro e normas para a revelação;
- . após o treinamento, o intérprete repetir a avaliação dos danos nas áreas-testes;
- . todas as áreas forem sobrevoadas no mesmo dia.

Os danos devem ser definidos por espécie arbórea, estágio de desenvolvimento e em unidades regionais; o levantamento aerofotográfico do povoamento florestal se possível, deve ser realizado no mesmo dia, para proporcionar a comparação entre distintas áreas danificadas; sobre uma base, correlacionar os fatores que influenciam os danos e o estágio de dano (TEPASSE, 1985).

Para interpretar danos, existem problemas que estão associados com as condições adversas do meio. Um agente daninho

pode causar severas síndromes e sintomas, os quais podem ser caracterizados também como dano abiótico e/ou de outros agentes bióticos. Desta forma, o sintoma pode não estar relacionado diretamente com o agente daninho, e se não for desconhecida a reflectância espectral normal da planta, a avaliação do dano é muito difícil (MURTHA, 1972).

Os sintomas são observados na fotografia através da alteração da reflectância, grau/cor, forma, estrutura e efeito estéreo (Stereoeffect), sendo que a origem da aberração (anomalia) vem a ser uma alteração patogênica do tecido foliar/acicular ou da cor. Os principais sintomas de mortalidade de floresta são anomalias observadas na copa, as quais podem ser perda de acículas/folhas, descoloração de acículas/folhas, especialmente na parte inferior da copa, e a alteração da forma arquitetônica (TZSCHUPKE, 1984).

AVERY (1970) citou que o inventário de danos florestais através de fotografias depende, além do filme, também da escala das fotografias. A escala recomendada é de 1:600 a 1:5.000 para danos causados por insetos e 1:1.200 a 1:7.200 para o caso de doenças (fungos, bactérias e vírus). Escalas menores podem ser úteis para simplesmente aslocar os focos de infecção.

A escala e o tipo de sensor são dois elementos importantes na avaliação dos danos florestais. MURTHA (1981) elaborou uma tabela onde as variáveis usadas foram Escala (pequena, média, grande e imagem de satélite), Dano (abiótico e biótico) e Sensor (fotografias coloridas, fotografias infravermelho coloridas e Multiespectral Scanner. Ele apresentou uma análise combinada

entre cada uma destas variáveis e a escala foi classificada como inadequada, moderada, boa ou impossível a sua utilização (Tab. 01).

TABELA 01: CLASSE DE ESCALA E TIPOS DE SENSORES RELATIVOS PARA A DETECÇÃO E INTERPRETAÇÃO DO ESTRESSE DO MEIO.

Estresse	ESCALA *									
	Grande			Média			Pequena			Satélite
	#CN	FCI	MSS	CN	FCI	MSS	CN	FCI	MSS	MSS
Abiótico-meio										
Déficit Hídrico	2 ¹	3	2	1	2	1	0	1	0	- - 0
Excesso Hídrico	2	3	2	1	2	1	0	1	0	- - 0
Poluição do Ar	2	3	2	1	2	1	1	1	0	- - 0
Vento	3	3	2	3	3	2	1	1	0	- - 1
Fogo	3	3	2	2	2	1	2	2	1	- - 2
Chuva Ácida	2	3	2	1	2	1	0	1	0	- - 0
Biótico-inseto										
Besouro de Casca	2	3	2	2	2	1	1	1	0	- - 0
Defoliadores	3	3	2	1	2	0	1	1	0	- - 0
Consumidores										
Terminais	3	3	1	0	0	0	0	0	0	- - 0
Insetos Sugadores	2	3	1	1	1	0	0	0	0	- - 0
Minadores de Folhas	3	3	2	1	1	0	1	1	0	- - 0
Biótico-doença										
Ferrugem de haste	3	3	2	1	1	0	1	1	0	- - 0
Podridão de raiz	3	3	2	2	2	1	1	1	0	- - 0
Murchamento de Folhas	3	3	2	1	2	1	1	1	0	- - 0

* Escalas Grande 1:500 a 1:2.000
Média 1:3.000 a 1:12.000
Pequena 1:20.000 a 1:63.000
Satélite 1:250.000 a 1:1.000.000 e menor

Sensor CN = Filme Colorido Normal
FCI = Filme Colorido Infravermelho
MSS = Multiespectral Line Scanner

& Utilidade 0 = não-útil
1 = ruim
2 = moderado
3 = bom

KENNEWEG (1984) fez uma análise da escala para o inventário de áreas extensas, onde as variáveis analisadas foram tipo de filme e escala (Tab. 02).

TABELA 02: ESCOLHA DO TIPO DE FILME E ESCALA PARA INVENTARIO DE EXTENSAS AREAS. FCI = Filme c4Colorido Infravermelho, PB = Filme Pancromático ou Infravermelho Preto e Branco (KENNEWEG, 1984).

Forma do dano	Levantamento de Danos e Classificação Através			
	Arvores Individuais		Descrição de Areas e Mensuração	
	Tipo de Filme	Escala	Tipo de Filme	Escala
Arvores pouco danificadas	FCI	1:5.000	FCI	1:10.000 a 1:20.000
Arvores medianamente danificadas.	FCI	1:8.000	FCI	1:10.000 a 1:20.000
Arvores severamente danificadas.	FCI	1:10.000 a 1:30.000	FCI FCI	1:15.000 a 1:30.000
Assolação de pequenas áreas.			FCI PB	1:15.000 a 1:30.000
Assolação de grandes áreas.			FCI PB	1:30.000 a 1:100.000

Normalmente são utilizados filmes infravermelhos para avaliar danos florestais bióticos, pois eles mostram o vigor da árvore que nem sempre pode ser a olho nu. Alterações na estrutura celular e na absorção da água podem ser constatadas na faixa do espectro do infravermelho médio e próximo, respectivamente. No entanto, KENNEWEG (1970) fez uma análise da combinação de diferentes tipos de filmes e filtros para avaliar e delimitar danos em florestas.

. Filme Pancromático Preto e Branco com Filtro Amarelo - Permitiu reconhecer árvores severamente danificadas e mortas por apresentarem alterações na forma.

. Filme Infravermelho Preto e Branco com Filtro Amarelo - Apresentou uma diferenciação bem definida entre coníferas, folhosas e culturas. Danos recentes não são possíveis de serem detectados, porém este tipo de filme trouxe resultados melhores do que o Filme Preto e Branco.

. Filme Colorido Normal com Filtro Ultravioleta - É favorável a sua utilização na avaliação de danos florestais, porém a detecção de árvores mortas é muito difícil por apresentar coloração acinzentada, a qual se confunde com a sombra do sub-bosque.

. Filme Infravermelho Colorido com Filtro Amarelo - Permite uma boa classificação dos danos em diferentes estágios, onde a coloração das árvores sadias às mortas varia desde o vermelho até o verde, respectivamente.

Com base nestas informações, o autor concluiu que o Filme Infravermelho Colorido é o mais indicado em casos onde os danos

ocorrem de forma difusa, permitindo assim delimitar a área danificada com precisão. Desta forma, foram elaboradas chaves de classificação, as quais têm como objetivo definir critérios para a classificação dos danos e seus estágios de evolução.

KILZ (1984) relatou a sua experiência em elaborar uma chave de classificação na escala 1:5.000 com Filme Infravermelho Colorido:

- . a elaboração de uma chave de classificação com pessoal treinado levou em torno de 3 semanas;
- . coleta de dados básicos nas fichas de campo: 15 minutos;
- . análise da amostra: 15 a 20 minutos;
- . uma área amostral é mais rapidamente analisada do que árvores individuais ou florestas heterogêneas;
- . a qualidade das cartas topográficas para localização das amostras influi na rapidez do inventário;
- . cada intérprete trabalha 6 horas/dia em fotointerpretação, necessitando de 3 horas/dia para se recuperar, sendo que neste tempo outras tarefas são executadas;
- . normalmente são feitas 20 amostras/dia/intérprete;
- . de 8323 fotografias, 3000 foram interpretadas por 7 intérpretes, que levaram 15 semanas para executar a tarefa.

Segundo SCHROTER e ALDINGER (1985), a chave de classificação define a retrospectiva do desenvolvimento do dano através da perda de acículas. Isso é possível, quando se diagnostica a nível de campo a presença de insetos, exúvias, resina no fuste e serragem, sendo mais difícil se houver a

presença de fungos nas acículas, os quais podem ocorrer em apenas uma época do ano, não sendo possível sua averiguação em outra época. a descoloração das acículas/folhas não é um sintoma muito típico, podendo provir de várias causas. Neste caso, apenas através de dados de campo e época de descoloração pode-se chegar a uma conclusão.

MURTHA (1972), ao definir danos, elaborou uma chave de classificação para as coníferas e folhosas e danos de causa fisiológica e morfológica. Os danos morfológicos envolvem alteração na textura e forma. Perda de folhas e pequenos ramos e colapsos celulares são exemplos de danos morfológicos. Danos fisiológicos são definidos como alteração da função, expressando um desvio do padrão normal. Também podem ser descritos como um decréscimo da fotossíntese, deterioração dos cloroplastos, interrupção de translocates, incluindo água, etc. A classificação do estado fitossanitário da árvore segue o critério de quatro classes: Classe I - Perda total de acículas/folhas; Classe II - Perda parcial da massa acicular/foliar; Classe III - Descoloração da massa acicular/foliar e Classe IV - Nenhum sintoma de dano visível.

GILSA (1984), citado por KENNEWEG (1984), adotou o critério de quatro classes de danos para *Picea abies* e *Picea alba*. Os danos foram analisados em Filme Infravermelho Colorido (cor, textura e estrutura de copa) e em campo (percentagem de massa acicular).

A análise dos danos somente em relação à coloração das acículas é possível, segundo KENNEWEG (1970), em Filme

Infravermelho Colorido. A divisão em diferentes classes de danos foi efetuada sobre um plano de coordenadas cartesianas (x e y). Na coordenada "x" é apresentada a progressão do dano, isto é, a percentagem de acículas afetadas, e na coordenada "y" a alteração da coloração. Sobre este plano ainda são analisadas separadamente as acículas jovens e adultas, as quais, em virtude da idade, apresentam uma diferenciação natural de cor (Fig. 02).

Outra forma de avaliar os danos elaborada por KENNEWEG e KRUSE (1983) é a análise da coloração e estrutura da copa, sendo que a classificação é representada por dois algarismos. O primeiro algarismo é definido pela coloração, a qual representa a vitalidade da árvore. O segundo define a estrutura, identificando as características peculiares da copa. A avaliação do dano foi acompanhada de observação de campo.

KENNEL (1984) usou como critério principal a percentagem de acículas para classificar os danos, porém também analisou sintomas típicos de descoloração das mesmas. KENNEL classificou os danos em 5 classes. Também foram observadas características do povoamento, como dossel, estrutura da floresta, formação de pequenos alagados temporários, etc.

O inventário de danos de extensas áreas florestais foi definido por MASUMY (1983) através da diferenciação de cor e textura de árvores individuais conjuntamente com todo o complexo do povoamento (idade, espécie, densidade, etc.). Conclui assim que o método clássico, visual, é mais operacional para povoamentos complexos do que a interpretação automática. Para o trabalho de inventário é importante que sejam definidos previamente os objetivos do trabalho e o que analisar: árvores

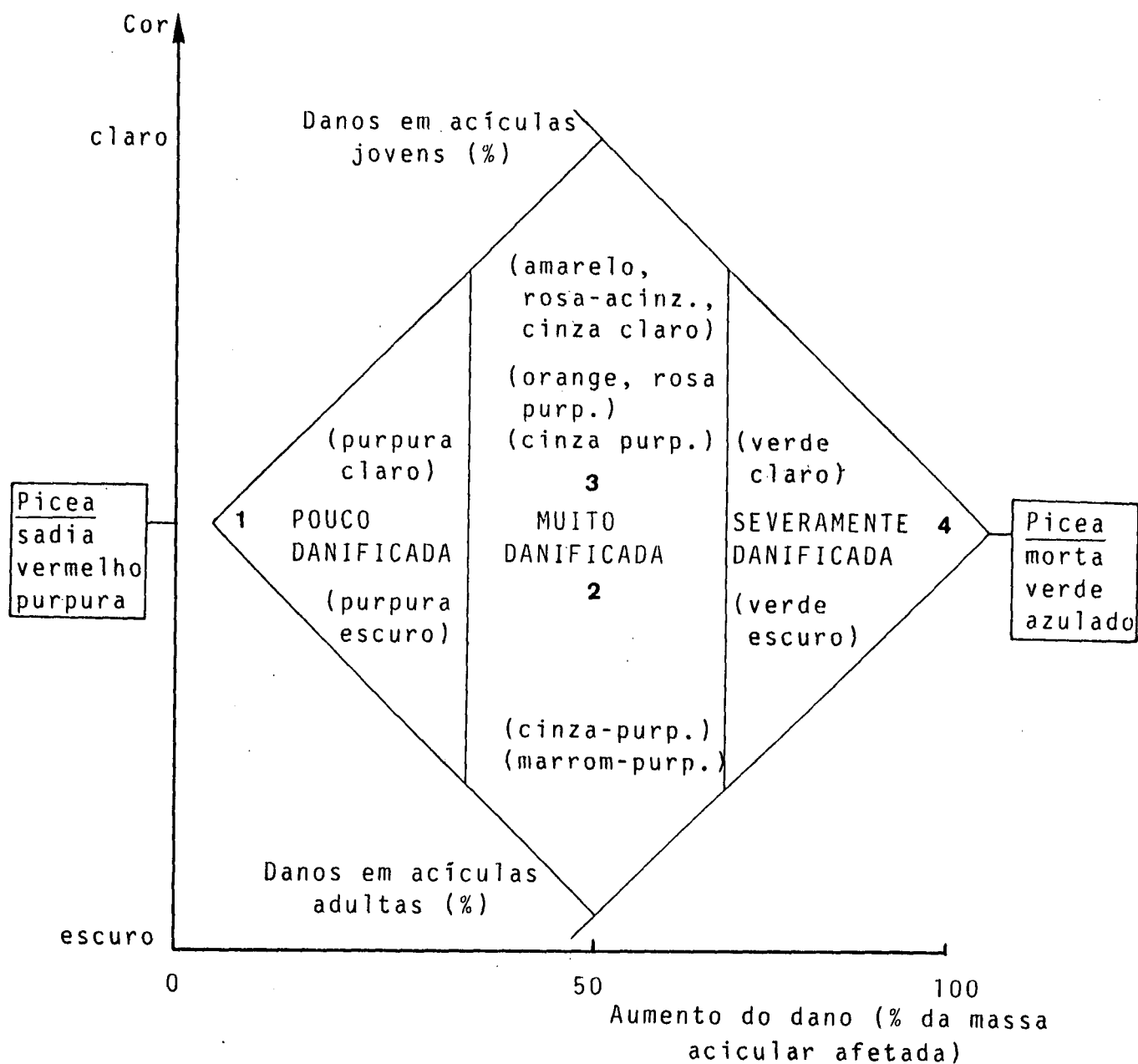


FIGURA 02: CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO (KENNEWEG, 1970).

individuais ou grupos de árvores; avaliar o dano por amostragem ou total; avaliar o dano por unidade de área ou em valor absoluto; vãos e fotointerpretação sequenciais ou em apenas uma vez (temporário); interpretar a mortalidade ou diferentes estágios de danos.

HILDEBRANDT (1980) citou que a avaliação pode ser efetuada através de quatro métodos, os quais são: coleta expedita de dados de campo; levantamento detalhado de campo; fotointerpretação e avaliação combinada (levantamento de campo e fotointerpretação simultaneamente).

Para HILDEBRANDT et al. (1986) a avaliação combinada tem como objetivo classificar o mesmo conjunto de árvores amostrais na fotografia e em campo simultaneamente. Outras interpretações podem ser obtidas: base para a observação do desenvolvimento (monitoramento), através de um novo inventário; pontos de controle para o respectivo inventário; controle de interpretação; comparação dos dados de fotografia e campo; diagnose - ajuste da interpretação da fotografia e campo de danos bióticos reconhecidos; coleta de dados de campo não-visíveis na fotografia.

O levantamento de dados de campo precisa ser planejado com o intuito de não onerar o custo do inventário ou coletar dados desnecessários para a avaliação dos danos. Para alcançar os objetivos do trabalho, KENNEWEG e LIESEBACH (1984) advertem sobre alguns pontos que podem levar a uma estimativa errônea dos dados. A checagem posterior dos resultados em campo é boa assim como também impossível, pois o estado do povoamento é rapidamente alterado. A avaliação da parte superior da copa de árvores mais

altas ou talhões mais densos não é possível ou pelo menos não é segura em campo. O inventário terrestre deve ser efetuado com poucas e pequenas amostras. O modelo de ocorrência dos focos pode amostrar ou ter um significado para diagnosticar o agente daninho ou a causa.

As amostras de campo assim como de fotografia aérea devem ser escolhidas a partir de critérios preestabelecidos. REICHELT (1986) definiu alguns critérios para a escolha e alocação ideal de amostras na Europa Central, os quais são:

- . área florestal com no mínimo um hectare;
- . amostra deve ser alocada a 25 m da bordadura e a 100 m de estradas;
- . se possível, áreas planas (2^o) são prioritárias;
- . 25% de Picea ou grupo de Picea;
- . conforme a ordem de desbastes;
- . talhões acima de 60 e abaixo de 120 anos;
- . dossel das árvores co-dominantes acima de 67%;
- . avaliação de danos somente em árvores co-dominantes;
- . árvores com danos mecânicos severos devem ser eliminadas;
- . numerar e avaliar os danos das 10 árvores mais próximas do ponto central. Avaliar um segundo grupo de dez, distantes 20 a 25 m;
- . a melhor face da copa e abaixo de 6 a 7 galhos é avaliada.

Além disso, ainda são avaliados dados referentes à floresta, como a exposição e inclinação do terreno, altitude,

estrutura da floresta, heterogeinidade, tipo de solo e elementos de forma.

Para determinar o tipo de amostragem ideal para avaliação de danos florestais, TEPASSE (1985) definiu três tipos para avaliação individual de árvores, os quais são:

- . conglomerado - abrange um grande número de árvores;
- . Stichprobenfiguren - pequeno número de árvores bem definidas;
- . rede de pontos - para cada ponto determinar uma árvore amostral.

No desenvolvimento e execução de um inventário piloto permanente para a Europa, o qual objetivou, análises qualitativa e quantitativa, HILDEBRANDT et al. (1986) determinaram a amostragem para a Floresta Negra sobre faixas de vô, nas quais foram alocadas amostras (a cada 4 km um grupo de 20 árvores).

Para possibilitar a localização das amostras de forma rápida e segura nas fotografias aéreas, elas foram sinalizadas em campo antes do levantamento aerofotográfico. A sinalização consistiu de uma folha de plástico branca presa sobre a copa de tal forma que ficasse visível nas fotografias aéreas (TEPASSE, 1986).

SCHOEPFER (1986) apresentou como único critério para alocar amostras o de que estas estejam no mínimo a 100 m do limite das estradas, pois estas podem apresentar o efeito de bordadura.

Os danos podem ser quantificados através de uma estimativa, segundo MURTHA (1978), por:

- . contagem dos indivíduos afetados;
- . delineamento da área danificada;

- . estimativa através da área de copa, do volume de madeira danificada;
- . estratificação da área dentro da intensidade do nível de dano;
- . determinação dos volumes das várias intensidades de danos de uma área.

Os danos florestais podem também ser apresentados através de resultados obtidos por meios estatísticos, que na verdade têm muitas vezes função política. Para o proprietário florestal esses dados têm utilidade limitada (uso restrito). Os dados estatísticos não mostram o quadro real da gravidade da floresta. Valores médios (meios aritméticos) apresentam um nivelamento dos danos na estrutura da floresta, onde valores extremos vão estar contidos numa média.

Por exemplo, um valor médio de estágio de dano 1 poderá significar que:

- . 100% D1
- . 25% D0, 50% D1, 25% D2
- . 35% D0, 40% D1, 15%D2, 10% D3.

Um valor médio, então pode caracterizar diversas distribuições de estágios de danos. Assim, a definição do nível ou intensidade do dano mostra resultados mais consistentes para aplicação prática. O nível do dano é caracterizado a partir de critérios preestabelecidos, tendo SCHMIDTKE (1987) apresentado uma formulação matemática para classificar quatro níveis, definindo a percentagem de árvores danificadas em diferentes classes de danos. O nível de dano pode definir a distribuição de

estágios de danos em grupos de árvores ou talhão.

HILDEBRANDT et al. (1986) apresentaram variáveis com alta correlação com os danos, as quais são a espécie, idade e altitude. Aberturas no dossel mostram que há um acréscimo na percentagem de danos. A inclinação e exposição do terreno não apresentam correlação. Esta análise foi realizada para as florestas da Europa Central, as quais apresentam danos que provavelmente têm origem por radioatividade e poluição.

KENNEWEG (1984) definiu um índice para descrever o estado de vitalidade total de um talhão ou unidade de área. O índice ou intensidade de dano é obtido através da somatória do produto da percentagem de área danificada para cada classe preestabelecida pelo peso atribuído a estas classes.

4. MATERIAL E METODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 Localização Geográfica da Área

A área de estudo localiza-se no município de Quedas do Iguaçu - PR, Imóvel Rio das Cobras. Foram selecionados os Projetos 5 e 6, de propriedade da GIACOMET MARODIN Indústria de Madeiras S.A. Situa-se a $25^{\circ} 19'$ e $25^{\circ} 28'$ de latitude, $52^{\circ} 57'$ e $53^{\circ} 02'$ de longitude (Fig. 03).

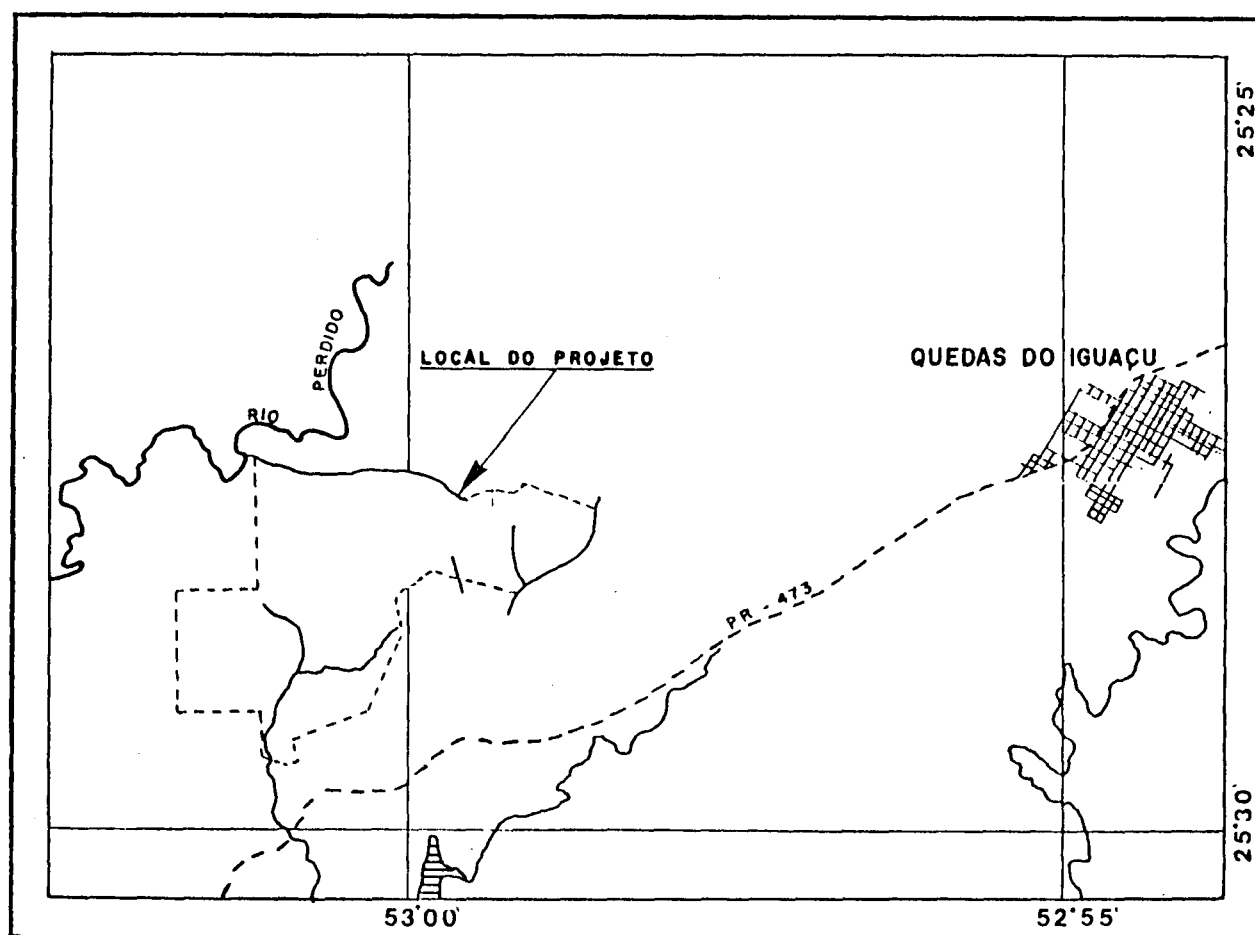


FIGURA 03: CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO. IMÓVEL RIO DAS COBRAS, MUNICÍPIO DE QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

4.1.2 Características Climáticas e Ecológicas

Segundo Koeppen, o clima da região classifica-se como Cfa, ou seja, clima chuvoso, temperado quente, sempre úmido, com chuva suficiente em todos os meses (precipitação maior do que 1000 mm anualmente e de 60 mm no mês mais seco). Há ocorrência de geadas noturnas periódicas (até 3 geadas anuais). Zona tropical úmida, Mata Pluvial e Mata de Araucária acima de 500 m.s.n.m.

4.1.3 Relevo

A área de estudo localiza-se no Terceiro Planalto, sendo que o relevo é suave ondulado e a altitude varia de 450 a 600 m.s.n.m.

4.1.4 Descrição da Área de Plantio

O plantio de *Araucaria angustifolia*, nos Projetos 5 e 6, foi implantado em região limítrofe de dispersão natural da araucária, na Bacia Baixo Iguaçu e Floresta Subtropical até aproximadamente 54° W.

A área total do reflorestamento é de 1019 hectares, dos quais 695 correspondem ao plantio com *Araucaria angustifolia* e 324 à área de conservação, e que está distribuída sobre os Projetos 5 e 6 em pequenas áreas, de forma irregular (Tab. 03).

TABELA 03: DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR.

	PROJETO 05	PROJETO 06
Área Total	100 Ha	919 Ha
Área de Plantio	95 Ha	600 Ha
Área de Conservação	05 Ha	319 Ha
Ano de Plantio	1974	1975
Número de Talhões	04	21
Tratos Culturais: raleamento desbaste	1982 1985	1982/1983 1985/1986

4.2 METODOS

Os danos causados por agentes abióticos e/ou bióticos se manifestam nas florestas sob diferentes formas. Logo, podem ser analisados em relação à estrutura do povoamento, a pequenos grupos de árvores ou a árvores individuais.

Para determinar a metodologia mais conveniente para a área de estudo foram definidas as seguintes etapas, conforme fluxograma abaixo:

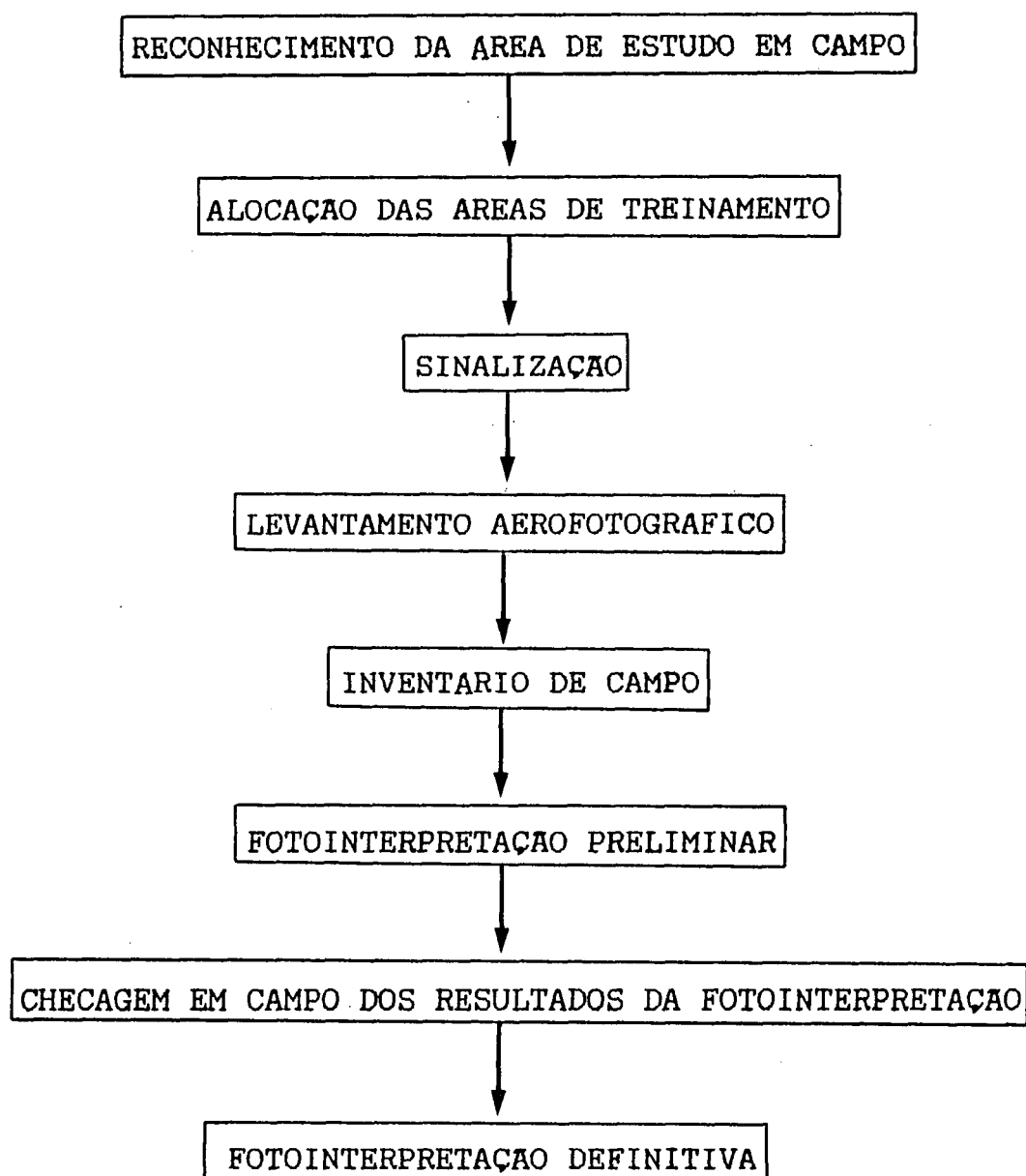


FIGURA 04: FLUXOGRAMA DO DESENVOLVIMENTO DE INVENTARIO DE DANOS. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

4.2.1 Reconhecimento da Area de Estudo em Campo

O reconhecimento prévio consistiu no intérprete percorrer a área de estudo, auxiliado por um mapa planialtimétrico, escala 1:10.000, com o intuito de detectar:

- a) tipo de dano: abiótico e/ou biótico;
- b) forma em que o dano se manifesta: difuso ou em focos;
- c) variações dos estágios de desenvolvimento do dano.

4.2.2 Alocação das Áreas de Treinamento.

Tendo em vista que os danos se manifestam na forma de focos, a alocação de amostras sistemática ou aleatória não foi possível para a área de estudo. E como a finalidade do trabalho consistiu em efetuar uma avaliação combinada, caracterizando árvores danificadas em campo e nas fotografias simultaneamente, foi indispensável procurar em campo focos para a instalação de amostras de treinamento.

Com o intuito de abranger todas as variações do povoamento, como altitude, exposição, inclinação do terreno e outras, procurou-se instalar pelo menos uma amostra de treinamento em cada talhão. No entanto, alguns talhões não foram representados com amostras, porque nenhum foco foi encontrado nas condições de campo.

4.2.3 Sinalização

Uma vez alocadas as amostras de treinamento em campo, uma árvore foi sinalizada por um alvo alocado sobre sua copa. A sinalização de uma árvore tomada como ponto de referência auxilia na identificação das mesmas árvores em campo e na fotografia simultaneamente (Fig. 05).

A sinalização baseou-se em alocar um alvo sobre o ápice da copa de uma árvore, sendo que o alvo consistiu de uma folha branca de plástico de 2,0 x 2,5 m, presa sobre a copa com dois

fios de nylon amarrados na base do tronco. O alvo foi instalado com o auxílio de arco e flecha, sendo que a flecha de alumínio teve um acréscimo de peso de 250 g para que tivesse empuxo suficiente para conduzir o alvo até a copa.



FIGURA 05: SINALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS. PROJETO 05, TALHAO 07. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

A tarefa de procurar o foco, sinalização, coleta de dados referentes ao talhão e ao foco e o croqui levaram em torno de 1 hora/amostra.

4.2.4 Levantamento Aerofotográfico

As fotografias aéreas são do tipo não-métricas, e a câmara fotográfica é MAMYA 645, com dimensões de negativo 4 x 5,6 cm e lente de 80 mm.

Recobrimento longitudinal - 60%

Altitude de voo - 1.350 m (4.429 pés)

Altura de voo - 800 m (2.624 pés)

a) Sentido das Faixas de Voo.

A escolha do sentido norte-sul das faixas de voo para a área de estudo foi em função do menor número de faixas, viabilizando assim o trabalho em termos de tempo e custo de voo.

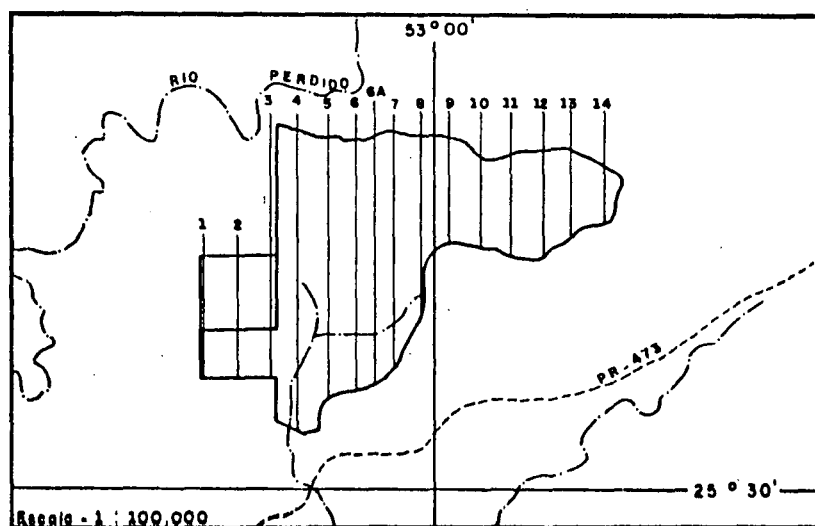


FIGURA 06: CROQUI DA AREA COM LOCALIZAÇÃO DAS FAIXAS DE VOO.
IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. (BAUER, 1989).

TABELA 03: NÚMERO DE FOTOGRAFIAS CORRESPONDENTES A CADA FAIXA. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

Faixa Nº	Nº de Fotografias
01	10
02	09
04	12
05	26
06	21
6A	06
07	25
08	12
09	12
10	10
11	11
12	07
13	11
14	06

Obs.: 6A - entevção das faixas 06 e 07 no extremo norte.

b) Filme

A princípio, danos florestais podem ser avaliados usando-se filme pancromático, quando se trata de danos severos como incêndios, inundações, perdas provocadas por insetos, etc. No entanto, esses danos precisam ser muito expressivos, apresentando grandes áreas danificadas ou exterminadas, e que ocorram somente árvores mortas ou vivas.

Por outro lado, para danos que se expressam de forma difusa, ou seja, em que as diferentes fases de desenvolvimento são detectáveis, é indispensável a utilização de filme colorido ou infravermelho colorido.

Como o dano em questão apresenta como sintoma amarelamento das acículas e perda das mesmas somente na fase final de desenvolvimento, foram utilizados Filme Colorido KODAK

"EKTAKOLOR" do tipo 120 e ASA 160, que permitiu definir individualmente a vitalidade de árvores.

As fotografias foram obtidas com filtro ultravioleta, alcançando assim níveis de resolução e tonalidade necessários para se obter as informações desejadas.

c) Escala

A avaliação de danos usando fotografias aéreas exige uma boa resolução das mesmas, pois informações em relação à textura e estrutura são elementos importantes que precisam ser definidos e descritos.

Analisando a espécie, a idade e o porte das árvores (diâmetro de copa), optou-se pela escala 1:2.000, através da qual todas as informações necessárias foram possíveis de serem obtidas e analisadas. As fotografias aéreas foram obtidas na escala base 1:10.000 e ampliadas para a escala 1:2.000, ficando estas com dimensões de 20 x 25 cm, com fator X5 na ampliação, permitindo uma melhor resolução sem afetar a granulação.

d) Época do Ano

A época ideal para realizar avaliação de danos em fotografias aéreas é a estação do verão, pois a fase vegetativa da floresta está no ponto culminante e não há alterações fenológicas que possam mascarar a ação de agentes patogênicos, como amarelamento e perda de acículas/folhas.

Outro aspecto também importante é a inclinação do sol, que pode causar excesso de sombra, dificultando o trabalho de fotointerpretação.

A *Araucaria angustifolia* não apresenta visivelmente

alterações fenológicas nas diferentes épocas do ano, como amarelamento de acículas, as quais dificultem a identificação de árvores danificadas. Desta forma, o levantamento fotográfico pode ser realizado no dia 13 de abril de 1989, mas devido às condições muito restritas da escala e ao excesso de turbulência no momento da execução do voo, foi necessário refazer parte do projeto. Os vãos complementares foram executados nos dias 19 e 20 de julho do mesmo ano.

Devido à inclinação do sol, o segundo sobrevoo ficou bastante restrito em termos de hora/dia/vão para fotografar a área, evitando a sombra.

Mesmo o terreno sendo suavemente ondulado, nas copas das árvores dominadas há sombra. No entanto, estas não são representativas para uma empresa florestal, e puderam assim ser omitidas na avaliação de danos.

e) Tempo

Para alcançar um bom contraste nas fotografias aéreas o voo foi realizado em dia bem ensolarado, sem nuvens e sem ou pouca bruma.

4.2.5 Inventário de Campo

De um modo geral, a forma, a densidade de acículas e a coloração da copa são semelhantes dentro de um talhão quando uma árvore é comparada com as demais. Entretanto, foi observado que existem variações destas características.

HERTEL (1980) citou que a *Araucaria angustifolia* pode apresentar características diferentes em função de fatores genéticos ou do meio ambiente. Estas alterações surgem na forma, densidade de acículas em cada ramo (Fig. 07) e coloração das acículas (Fig. 08).

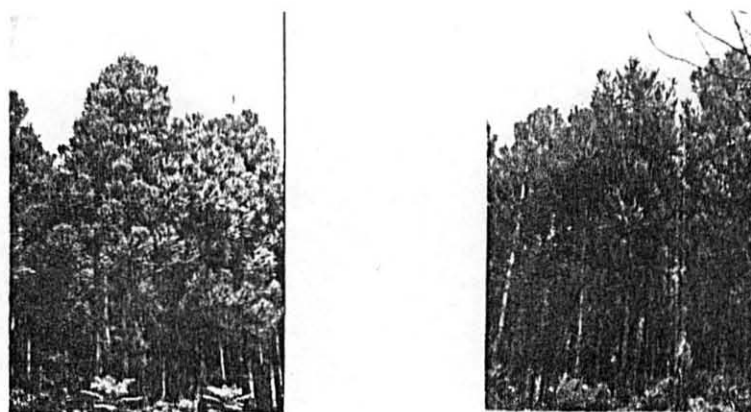


FIGURA 07: COPAS SADIAS COM DENSIDADES DE ACICULAS DIFERENTES EM *Araucaria angustifolia*. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

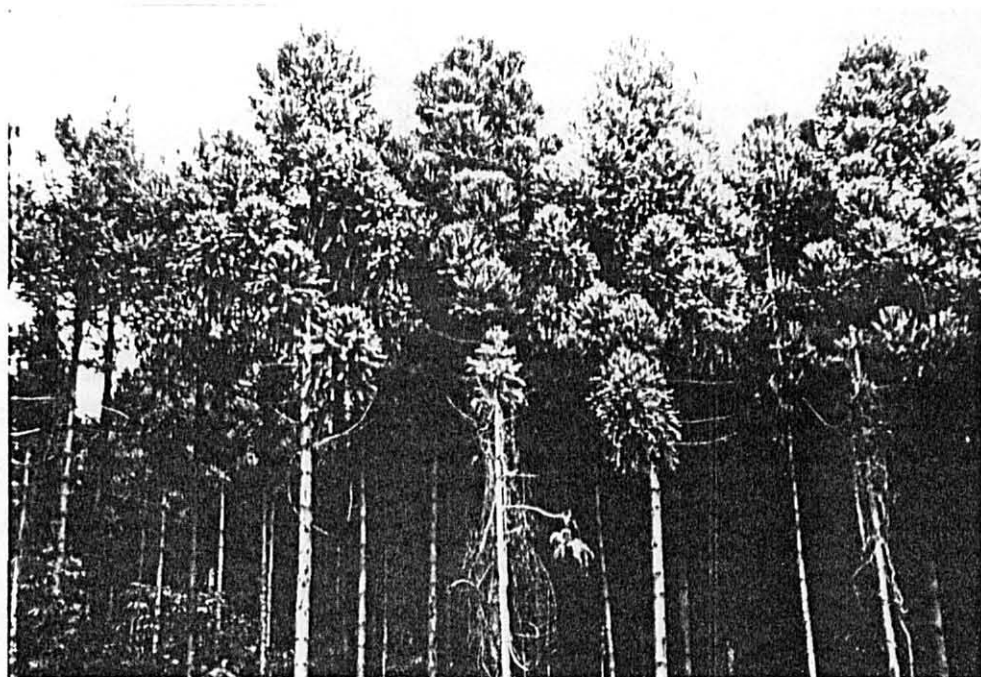


FIGURA 08: COPAS SADIAS COM DIFERENCIAÇÃO DE COLORAÇÃO EM *Araucaria angustifolia*. PROJETO 06, TALHAO 24. 14 ANOS. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO , IGUAÇU-PR. 1989.

Foram coletados dados das amostras como:

a) exposição da inclinação do terreno;

		(N)		
		1		
	8		2	
(O) 7				3 (L)
	6		4	
		5		
		(S)		

b) localização da amostra no terreno;

c) desbaste;

d) altitude: intervalo de 20 m;

e) dossel.

Em relação às árvores individuais, para classificar diferentes estágios de danos, foram descritos:

- a) percentagem de raleamento de copa;
- b) descoloração das acículas;
- c) posição sociológica: 1 - dominante
2 - co-dominante
3 - dominada

d) abrangência do dano na copa (Fig. 09):

- 1 - 1/3 da copa na parte inferior apresenta descoloração;
- 2 - 2/3 da copa na parte inferior apresentam descoloração;
- 3 - 1/3 da copa na parte superior apresenta descoloração;
- 4 - descoloração generalizada;
- 5 - descoloração em alguns galhos;
- 6 - descoloração próximo ao eixo principal, isto é, na parte interna da copa;
- 7 - perda total de acículas.

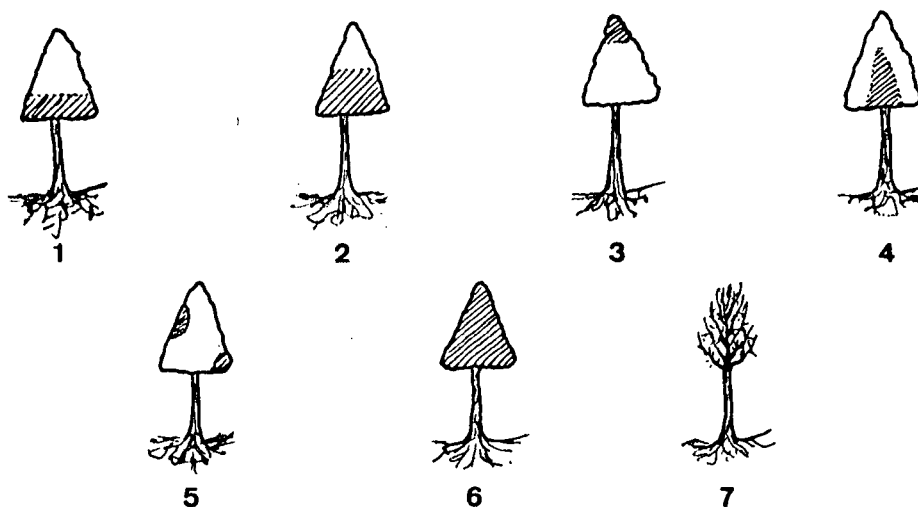


FIGURA 09: ABRANGENCIA DO DANO NA COPA PARA A CLASSIFICAÇÃO DE DANOS DE ETIOLOGIA FUNGICA EM *Araucaria angustifolia*. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

e) distância e azimute em relação ao ponto de referência;

Nas amostras de treinamento não foram determinadas previamente quais árvores deveriam ser analisadas em campo. Procurou-se apenas escolher pelo menos 20 árvores distribuídas em torno do ponto central do ataque do agente daninho, de forma que diferentes estágios de desenvolvimento do dano fossem abrangidos (Fig. 10). A ficha de campo na qual foram registrados os dados acima mencionados, encontra-se apresentada no APENDICE 1.

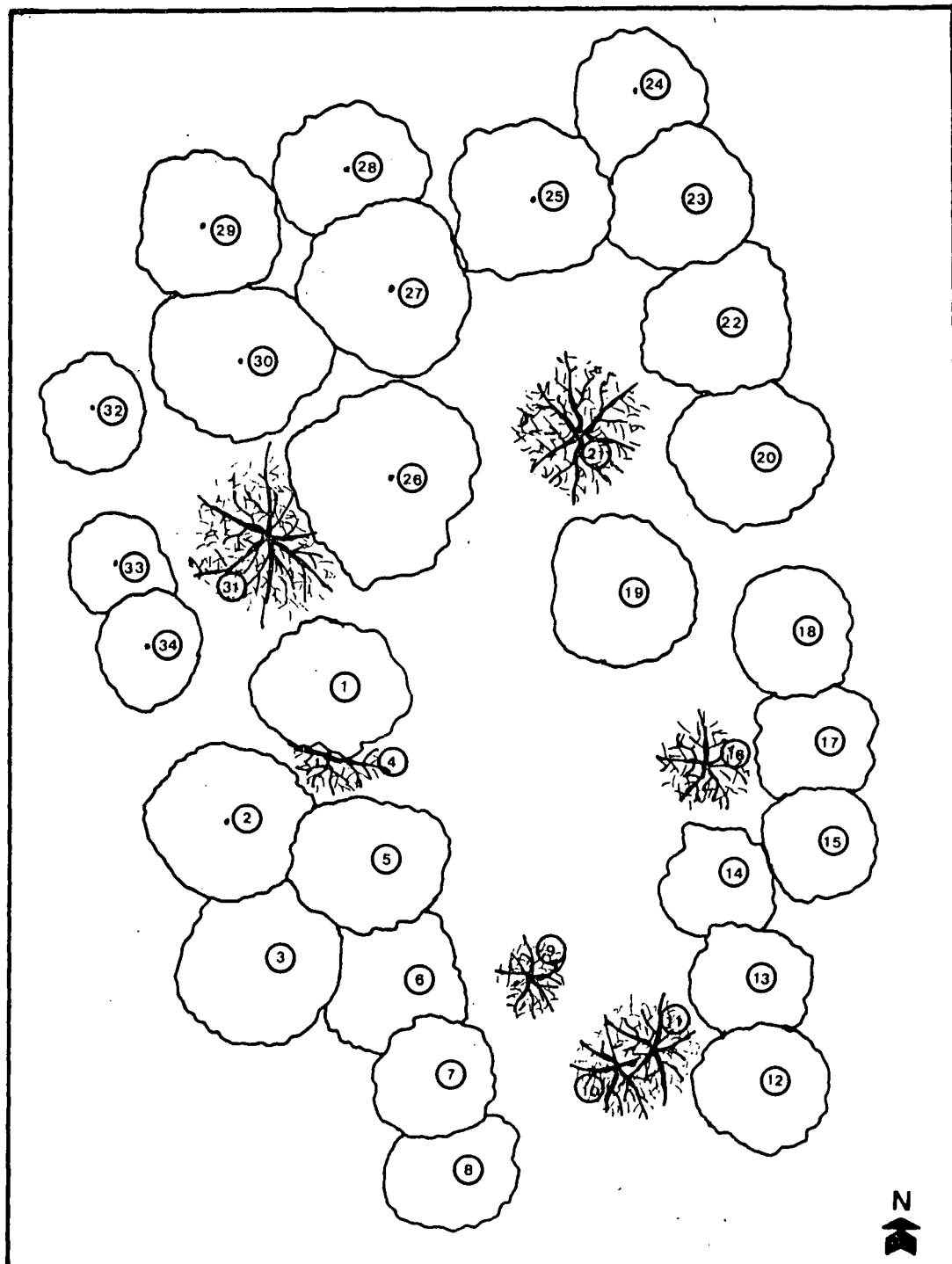


FIGURA 10: CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DAS ARVORES AMOSTRAIS. AMOSTRA N 05. PROJETO 05, TALHAO 07. 15 ANOS. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

4.2.6 Fotointerpretação Preliminar

A fotointerpretação preliminar foi realizada para detectar todos os focos no povoamento e identificar os 6 estágios de danos nas amostras de treinamento.

A descrição das características de árvores sadias e doentes foi efetuada através de uma observação geral em relação aos elementos de forma, estrutura, textura e cor, para a elaboração de uma chave de classificação preliminar.

No entanto, árvores com características peculiares e não abrangidas nas amostras de treinamento foram descritas na fotografia através dos elementos de fotointerpretação e posteriormente observadas em campo quanto ao seu estado de vitalidade e/ou aspecto fenológico.

4.2.7 Checagem em Campo dos Resultados da Fotointerpretação

Em função da *Araucaria angustifolia* não apresentar alterações fenológicas visíveis nas diferentes épocas do ano e a propagação do dano ser lenta, as observações de campo foram possíveis de ser realizadas.

Dúvidas que surgiram na classificação em relação a algumas árvores foram analisadas minuciosamente em campo, tentando-se identificar o fator que causou o aspecto peculiar na copa.

Alterações na estrutura do povoamento ou em relação a um grupo de árvores também foram checadas em campo para consequente identificação da causa.

4.2.8 Fotointerpretação Definitiva

A avaliação de danos florestais de grupos ou árvores individuais somente é possível a partir de uma chave de classificação, através da qual são estabelecidos critérios para a classificação dos diferentes estágios de danos, servindo de apoio para o inventário de danos.

A definição dos elementos de reconhecimento, que caracterizam os padrões de copa, segundo RIVERAU (1970), TEPASSE (1988) E LINGNAU et. al. (1989), é a seguinte (Fig. 11):

FORMA - Conjunto de elementos texturais e estrutura. Descreve individualmente o contorno de árvores no plano x - y e a estrutura vertical da copa no plano y - z. A forma é alterada normalmente no estágio mais avançado do dano. Para a *Araucaria angustifolia* várias formas foram identificadas mesmo em copas sadias, o que pode ocorrer em função da procedência das sementes, do fator luminosidade ou da fase de desenvolvimento.

Tipos: circular, serreada, irregular, estrelar e raiada.

ESTRUTURA - A estrutura não possui dimensão em superfície e nas diferentes ordens de grandeza, mas se reflete na forma. A estrutura pode assim ser considerada sob três aspectos, em relação aos elementos texturais:

- . Densidade.
- . Relações geométricas (relação de posição).
- . Zonas de repartição, localização.

Um conjunto é fracamente estruturado quando não podemos definir um dos três aspectos citados acima.

Para uma árvore individual, a estrutura consiste de elementos discretos da copa, ou seja, galhos (verticilos ou

coroa) e ramos. O dano de etiologia fúngica, diagnosticado em campo, não causa citulação de acículas e ramos nos primeiros estágios de desenvolvimento, ocorrendo, portanto, alteração de estrutura somente no estágio final.

Porém existe ainda uma variação natural das copas, as quais apresentam aspecto característico.

Tipos: galhos em andares ou coroas, cônica e colunar.

TEXTURA - Os elementos de textura são reunidos ou agrupados segundo regras geométricas não pré-definidas. A reunião e disposição destes elementos texturais chama-se estrutura, pois é a granulação mais fina composta pelas acículas. A alteração da textura é observada quando há raleamento de copa através da perda de acículas, ocorrendo somente no estágio final de desenvolvimento do dano. Variações de textura foram observadas entre árvores sadias.

Tipos: aveludada, fina e pequenos agregados.

COR - A cor é o elemento mais importante para avaliar danos florestais, principalmente quando o dano é de ordem fisiológica. Observações rigorosas podem resultar em informações importantes, como a detecção do início do estágio de desenvolvimento do dano, em função da cor ser o elemento que primeiramente reage quando as árvores são afetadas por qualquer agente externo abótico e/ou biótico.

A combinação dos quatro elementos citados abaixo classificará as árvores individuais dentro da classe ou estágio de desenvolvimento do dano.

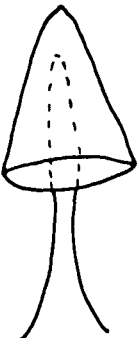
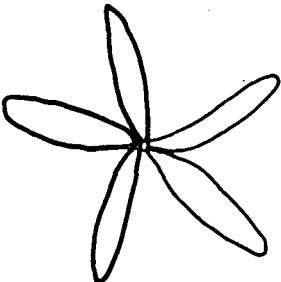
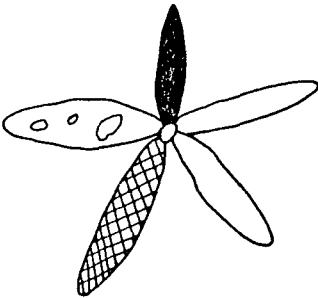
FORMA	ESTRUTURA	TEXTURA	COR
			
<ul style="list-style-type: none"> -Forma da copa em contorno e projeção vertical -Nitidez de contorno. 	<ul style="list-style-type: none"> -Forma dos elementos de estrutura (galhos 1). -Detalhe dos elementos. -Arranjo dos elementos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Característica dentro de cada elemento da estrutura. -Modelo de cor. -Densidade de cor. -Intensidade de cor. 	<ul style="list-style-type: none"> -Todas as tonalidades de cor.

FIGURA 11: CONTEUDO DE INFORMAÇÕES DOS ELEMENTOS NA FORMA GRAFICA E DESCRITIVA (TEPASSE, 1988).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RECONHECIMENTO DA AREA DE ESTUDO EM CAMPO

No povoamento de *Araucaria angustifolia* os danos bióticos se manifestaram na forma de focos (Fig. 12), ou seja, árvores mortas e danificadas encontravam-se agrupadas, com o aparecimento eventual de clareiras.

As clareiras se caracterizavam como o ponto central do foco, árvores não eram mais encontradas ou onde, às vezes, só havia troncos decompostos.

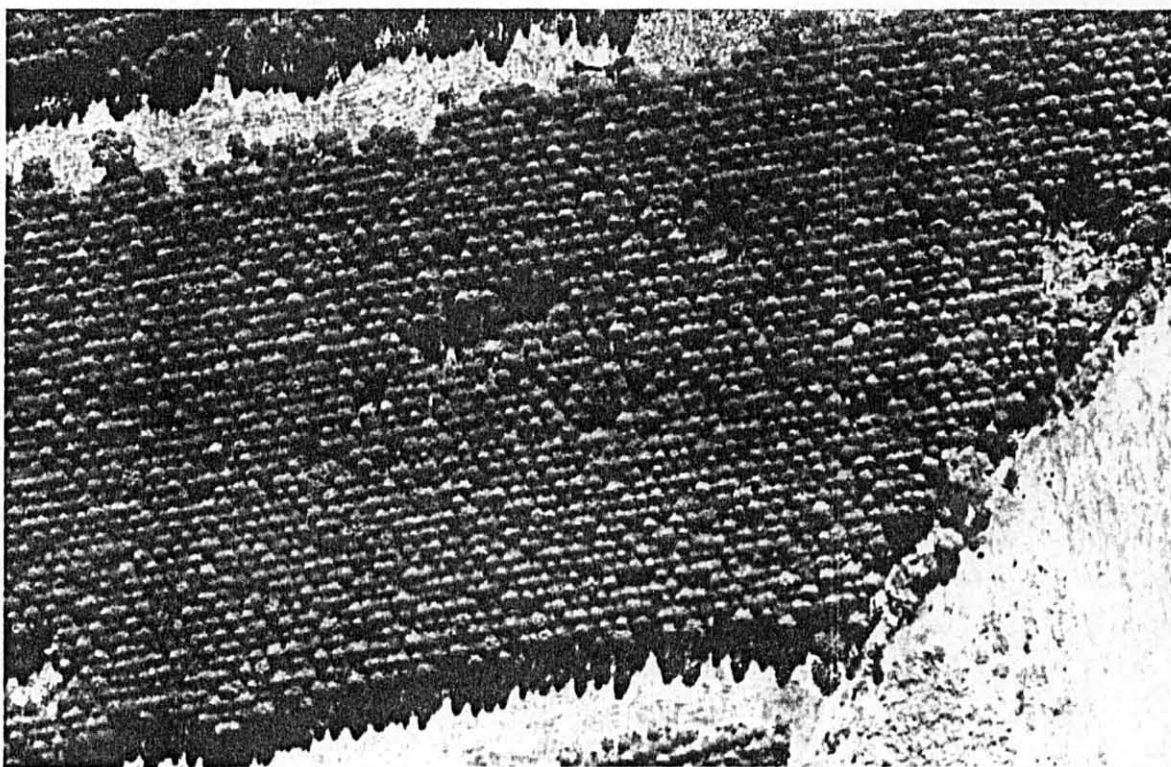


FIGURA 12: FOCOS DE DANOS. PROJETO 06, TALHÃO 12. 14 ANOS. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

Foi possível definir seis estágios de danos, cada qual caracterizado em chaves de classificação. Uma divisão maior dos estágios incorre em erros de identificação.

Estágios de danos:

D0 - árvore sadia

D1 - árvore pouco danificada

D2 - árvore danificada

D3 - árvore severamente danificada

D4.1 - árvore morta com acículas

D4.2 - árvore morta sem acículas

5.2 INVENTARIO DE CAMPO

A avaliação dos danos em campo visou a descrição do perfil da árvore, isto é, elementos como galhos, ramos, percentagem e coloração das acículas foram descritos separadamente, ao contrário da fotografia aérea, onde estes elementos são observados em conjunto, resultando em textura, estrutura e forma.

5.2.1 Diagnose do Dano

Os danos podem ser diagnosticados através das folhas, galhos (ramos), fuste, raízes ou pela combinação de dois ou mais destes elementos.

O dano em questão foi definido como de etiologia fúngica (dano biótico ou infeccioso), diagnosticado no caule e na raiz, causando a podridão da mesma e determinando com isso a morte lenta da árvore (Fig. 13)

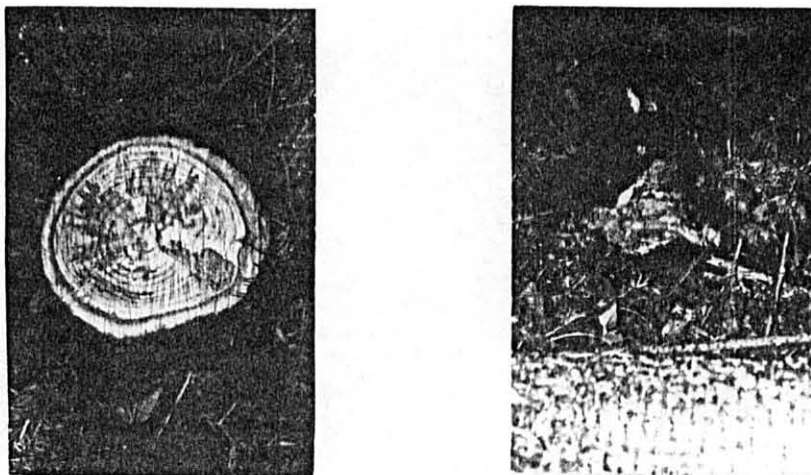


FIGURA 13: DIAGNOSTICO DO DANO DE ETIOLOGIA FUNGICA EM *Araucaria angustifolia*. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

5.2.2 Sintomatologia do Dano

O sintoma foi observado na copa através da clorose e, consequentemente, necrose acicular. No estágio inicial de desenvolvimento foi observado que as raízes já estavam mortas e, no entanto, a copa apresentava-se verde, com a sua tonalidade levemente descorada (fosca).

Em estágios mais avançados, a clorose ocorre no sentido da parte baixa da copa para o ápice (Fig. 14A) ou no sentido do fuste para a porção terminal dos galhos (Fig. 14B).

Em função de estarem debilitadas, as árvores se tornam mais susceptíveis à ação de agentes secundários (insetos), que causam danos no fuste através da abertura de galerias. Agentes secundários aceleram o desenvolvimento do dano, levando a árvore a uma morte rápida.

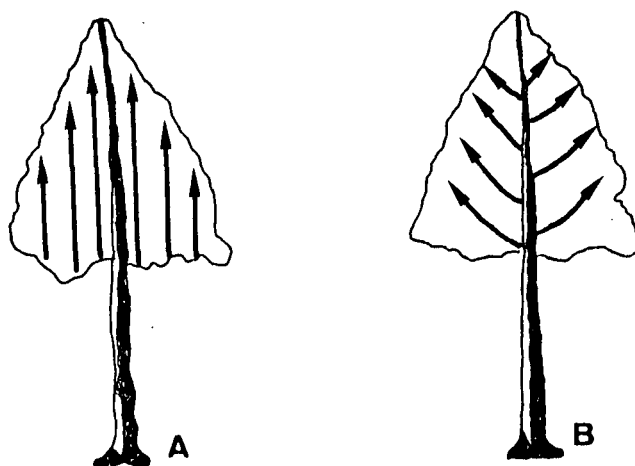


FIGURA 14: SENTIDO DO DESENVOLVIMENTO DO DANO DE ETIOLOGIA FUNGICA NA COPA DE *Araucaria angustifolia*. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

5.2.3 Chave de Classificação

A análise dos danos em campo teve como finalidade elaborar uma chave de classificação, definindo seis estágios de danos para a avaliação das árvores em campo, auxiliando também na fotointerpretação (Fig. 15).

Diversas variáveis em conjunto definem o estágio do dano, no entanto, a descoloração é a que mais o caracterizou. Considerando que o dano é de etiologia fúngica, causando podridão de raiz, ocorre perda de acículas somente no estágio final de desenvolvimento, não havendo, portanto, alteração morfológica da copa.

Chave de classificação para campo:

D0 - Árvores sadias: árvores sem nenhuma manifestação de anomalias, podendo ter acículas secas na copa de sombra.

D1 - Árvores pouco danificadas: são assim denominadas por

terem a sua copa verde ligeiramente descorada, apesar de as raízes já estarem totalmente mortas (em decomposição). Como a árvore ainda possui clorofila, fazendo assim a sua fotossíntese de forma mais reduzida, a morte ainda não foi consumada.

D2 - Árvores danificadas: árvores com a coloração alterada de forma mais perceptível, de cor verde tendendo para o amarelo. Acículas amarelas podem ocorrer na parte inferior da copa.

D3 - Árvore severamente danificada: alteração de cor na copa bem caracterizada. No ápice da copa existem poucas acículas verdes, e nos 2/3 inferiores são encontradas acículas amarelas e totalmente secas. Pode ocorrer perda de acículas no 1/3 inferior da copa.

D4.1 - Árvore morta com acículas: copa totalmente seca, com todas as acículas possuindo coloração marrom, marrom-avermelhada, e perda parcial de acículas.

D4.2 - Árvore morta sem acículas: não são mais encontradas acículas e pequenos ramos. A árvore apresenta somente galhos, ou às vezes somente o tronco.

Em função da *Araucaria angustifolia* apresentar folhas resiníferas glabras e coriáceas, resiste bem à seca ou à suspensão da condução da seiva bruta. Assim, qualquer dano de ordem fisiológica não é muito perceptível no estágio inicial de desenvolvimento, e conseqüentemente a sua identificação não é feita com segurança.

Os fatores luminosidade e altura das árvores dificultaram a observação e identificação de danos no estágio inicial de

desenvolvimento, onde estas muitas vezes foram sub-estimadas em relação ao estado de vitalidade.

Arvores com a coloração pouco alterada, ou seja, apresentando copa verde descorada, sem brilho, que já estavam com as raízes mortas (fase de decomposição), foram muitas vezes omitidas em campo como doentes e classificadas como sadias.

Arvores em estágios mais avançados, como D3, D4.1 e D4.2, apresentam características de dano bem definidas, e a identificação em campo é feita sem dificuldade, não ocorrendo erros de omissão ou comissão.



D0



D1



D2



D3



D4.1



D4.2

FIGURA 15: ASPECTO DAS ARVORES EM CAMPO. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

5.3 FOTOINTERPRETAÇÃO

As fotografias aéreas proporcionaram a observação individual de árvores e a comparação simultânea com árvores adjacentes, facilitando assim a definição e descrição dos 6 estágios de desenvolvimento do dano.

Através da fotointerpretação verificou-se que:

- a) a altura de árvores variável, apresentando pequenas áreas com árvores pouco desenvolvidas;
- b) as árvores possuem diferentes padrões de copa;
- c) o dossel apresenta diferentes graus de fechamento.

O povoamento de *Araucaria angustifolia*, Imóvel Rio das Cobras - Quedas do Iguaçu-PR., não tem um único padrão de copa; todas as variações em relação à forma, estrutura, textura e cor foram identificadas e descritas para árvores sadias. Consequentemente, foram observadas as características de copas danificadas dentro de cada padrão identificado (Fig. 16).

Os tipos de copas identificados foram as seguintes (Fig. 17):

- . Copa Densa: Copa não-transparente quando observada contra a luz, e no plano apresentando forma circular.
- . Copa Transparente: É transparente quando observada contra a luz, no entanto, pode ocorrer em determinado setor ou em toda a copa. As acículas ocorrem ao longo de todo o galho.
- . Copa com formação de Candelabros: Pode ser densa ou rala, porém na parte inferior é observada ao longo do galho a perda parcial ou total de ramos e acículas na base do galho, ocorrendo um adensamento na parte terminal deste.

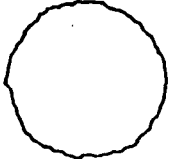
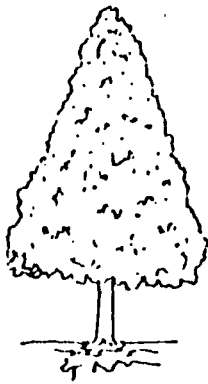

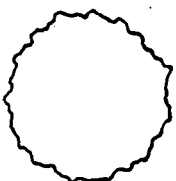


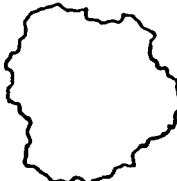

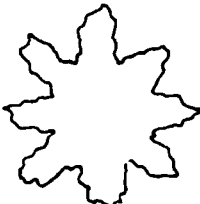
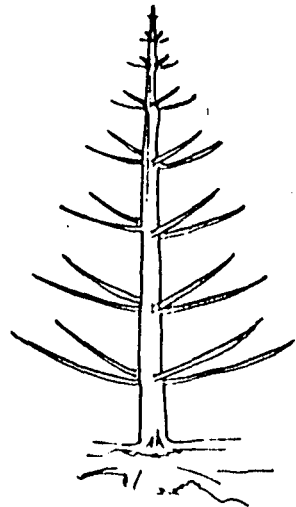
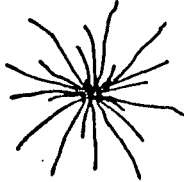
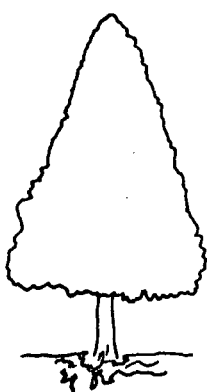
FORMA	ESTRUTURA	TEXTURA	COR
			
Circular		Aveludada	
	Cônica		
Serreada		Textura Fina	
	Coroa		
Irregular		Pequenos Agregados	
			
Estrelar	Colunar		
			
Raiada			

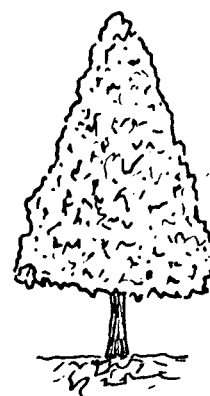
FIGURA 16: FORMA GRAFICA DOS ELEMENTOS DE FOTOINTERPRETAÇÃO PARA A *Araucaria angustifolia*. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

Disto resulta o aspecto de "candelabro" na parte inferior da copa. A árvore tende para a Fase Senadêndrica (fase adulta).

- . Copa com Forma Estrelar: Os galhos estão dispostos um sobre o outro, de forma que a copa vista na fotografia apresenta forma estrelar.



COPA DENSA



COPA TRANSPARENTE

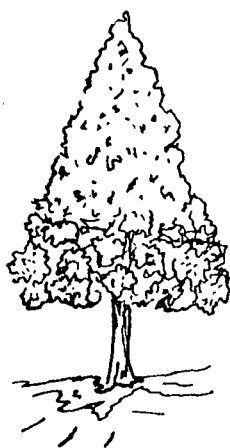
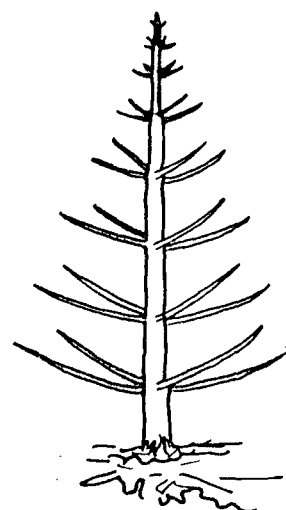
COPA COM FORMAÇÃO
"CANDELABROS"COPA COM FORMA
ESTRELAR

FIGURA 17: ESQUEMA DOS PADRÕES DE COPA DA *Araucaria angustifolia*, IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

A chave de classificação foi elaborada com base na avaliação combinada, onde árvores amostrais foram definidas em campo a partir do ponto de referência (árvore sinalizada), e estas mesmas árvores analisadas na F.A.V. (Fotografia Aérea Vertical). Através da descrição do aspecto fenológico e de vitalidade em campo, a avaliação dos danos usando F.A.V. pode ser efetuado com segurança.

Uma vez identificados os diferentes estágios de danos na fotografia e em campo, cada estágio foi descrito através de elementos de fotointerpretação (forma, estrutura, textura e cor). Todas as variações de copas sadias e danificadas foram identificadas e descritas em chaves de classificação seletiva.

Tendo em vista a variabilidade de padrões de copas sadias quanto à cor, textura, estrutura e forma, a elaboração de quatro chaves de classificação se fez necessária (Tab. 04). A elaboração de apenas uma chave certamente tenderia a erros de classificação, porque um tipo de copa poderia ser classificado como danificado se comparado com as árvores adjacentes e/ou com outro tipo de copa.

Em campo, a elaboração de apenas uma chave foi satisfatória, pois as árvores foram analisadas em perfil, e cada detalhe pode ser descrito minuciosamente. Por sua vez, na fotografia aérea, os elementos da interpretação são observados em conjunto, isto é, as variações da copa são vistas como um só elemento (Fig. 18).

Danos Abióticos: além dos danos bióticos, danos abióticos foram detectados nas fotografias, através da alteração da estrutura do reflorestamento.

TABELA 05: CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO PARA FOTOGRAFIA AEREA. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

SUB-CHAVE Nº 01: COPA DENSE

ESTAGIO	FORMA	ESTRUTURA	TEXTURA	COR
D0	circular	cônica	aveludada	verde clara; verde; verde escura; verde azulada.
D1	circular	cônica	aveludada	Idem D0, porém levemente descorada.
D2	circular	cônica	aveludada	verde-amarela; verde-amarelada.
D3	circular	cônica	aveludada	amarelo-esverdeado; marrom-amarelada.
D4.1	serreada fina	cônica rala	aveludada transparente.	marrom-avermelhada; marrom.
D4.2	raiada	----	----	marrom-acinzentada; acinzentada.

SUB-CHAVE Nº 02: COPA TRANSPARENTE

ESTAGIO	FORMA	ESTRUTURA	TEXTURA	COR
D0	serreada fina	cônica	pequenos agregados	verde; verde escura; verde azulada.
D1	serreada fina	cônica	pequenos agregados	Idem D0, porém levemente descorada.
D2	serreada fina	cônica	pequenos agregados	verde-amarela forte; verde-amarela; verde-amarelada.
D3	serreada fina	cônica	pequenos agregados	amarela e verde mesclada
D4.1	serreada fina	cônica	pequenos agregados	marrom-avermelhada; marrom.
D4.2	raiada	----	----	marrom-acinzentada; acinzentada.

(Cont. Tab. 05):

SUB-CHAVE Nº 03: COPA COM FORMA DE CANDELABROS

ESTAGIO	FORMA	ESTRUTURA	TEXTURA	COR
D0	irregular	coroa	fina	verde; oliva.
D1	irregular	coroa	fina	Idem D0, porém levemente descorada.
D2	irregular	coroa	fina	verde amarela; verde amarela forte.
D3	irregular	coroa	fina	amarela esverdeada e marrom-amarelada mesclada.
D4.1	irregular	coroa com alguns galhos visíveis	fina	marrom-avermelhada; marrom-acinzentada.
D4.2	raizada	----	----	marrom-acinzentada; acinzentada.

SUB-CHAVE Nº 04: COPA ESTRELAR

ESTAGIO	FORMA	ESTRUTURA	TEXTURA	COR
D0	estrelar	colunar	fina	verde
D1	estrelar	colunar	fina	Idem D0, porém levemente descorada.
D2	estrelar	colunar	fina	verde-amarela; verde-amarela forte.
D3	estrelar	colunar	fina	amarela esverdeada.
D4.1	estrelar	colunar	fina	marrom-avermelhada; marrom.
D4.2	raizada	----	----	acinzentada.

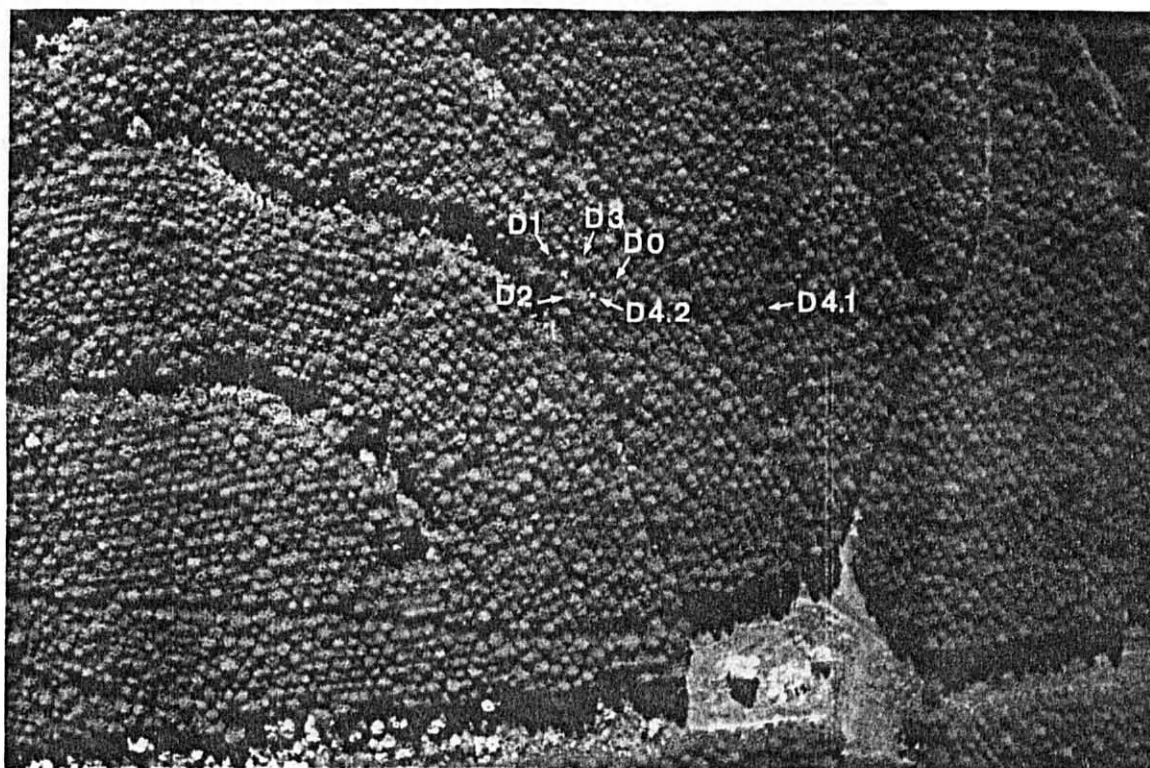


FIGURA 18: ASPECTO DAS ARVORES NA FOTOGRAFIA AEREA. PROJETO 05, TALHAO 07. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

A alteração da estrutura é dada pelo dossel e porte (altura) das árvores, com dois padrões definidos no presente estudo:

- a - Afloramento de rochas: pequenos grupos de árvores bem desenvolvidas, sendo que entre elas podem ocorrer clareiras ou árvores debilitadas (Fig. 19).
- b - Solo Hidromórfico: árvores pouco desenvolvidas, onde o sub-bosque é visível; dossel aberto (Fig. 20).

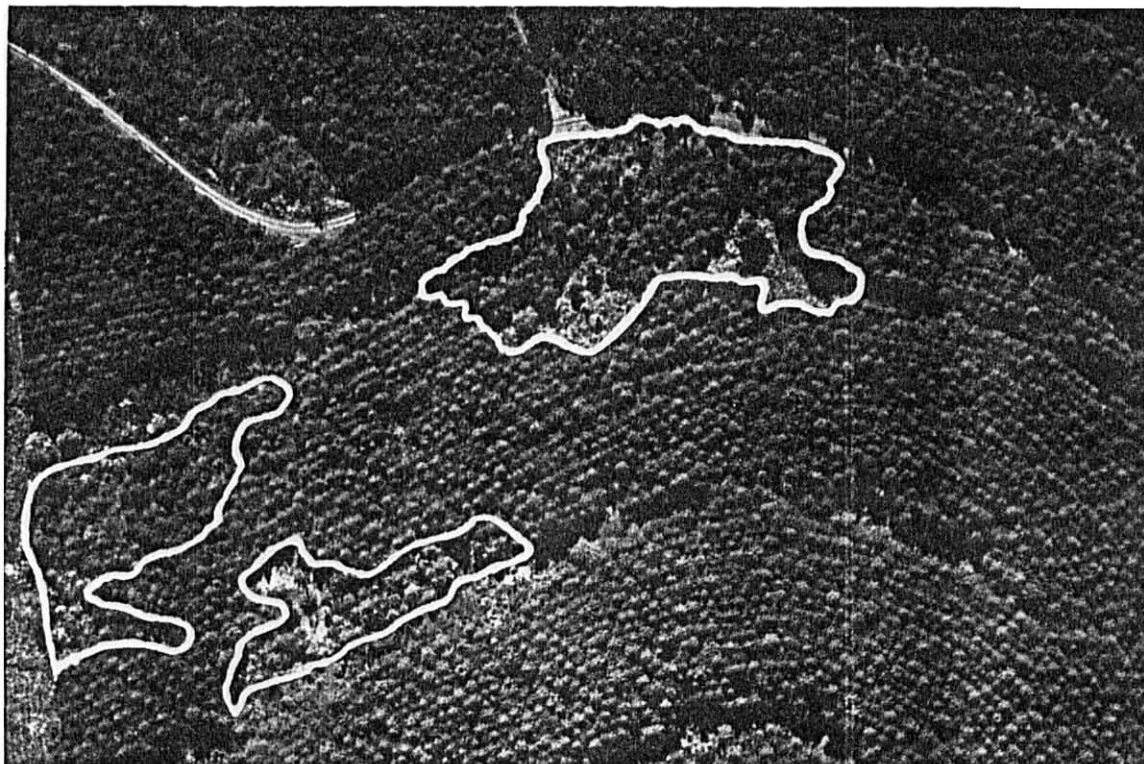


FIGURA 19: AFLORAMENTO DE ROCHAS. PROJETO 05, TALHAO 07. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

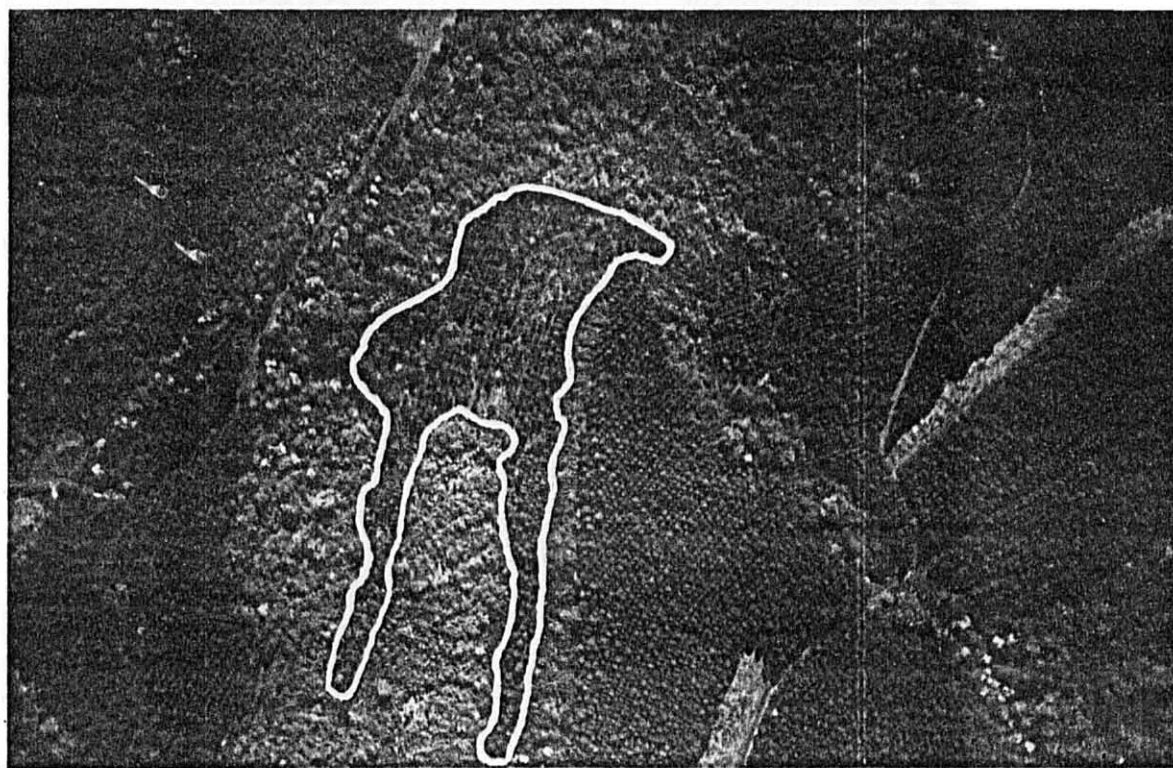


FIGURA 20: SOLO HIDROMORFICO. PROJETO 06, TALHAO 10. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

5.4 AVALIAÇÃO COMBINADA DOS DADOS DE CAMPO E FOTOINTERPRETAÇÃO

Para efetuar a avaliação dos resultados de campo e fotointerpretação simultaneamente, 325 árvores (12 áreas de treinamento) foram analisadas quanto ao seu estado de vitalidade (Fig. 21).

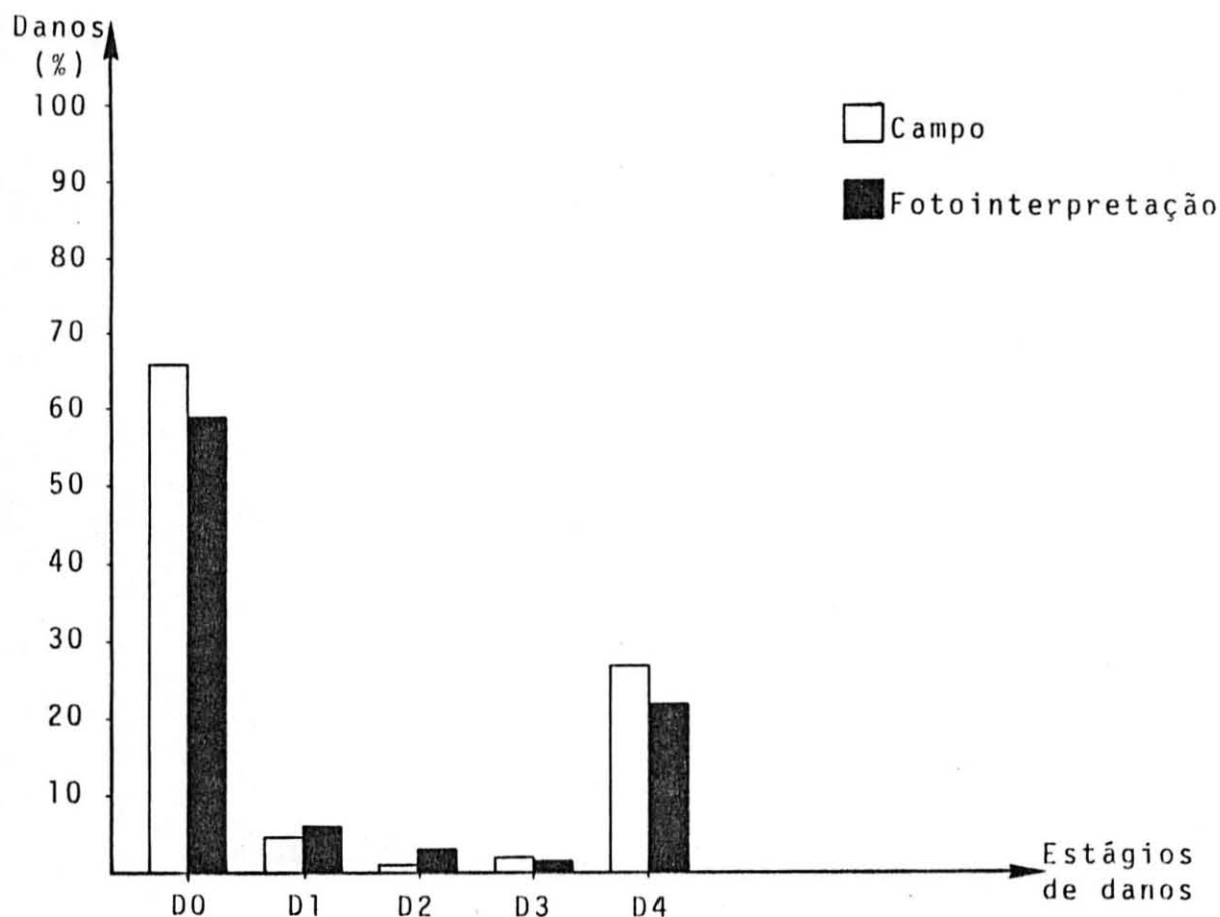


FIGURA 21: AVALIAÇÃO COMBINADA. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

D0 - Árvore Sadia.

D1 - Árvore Pouco Danificada.

D2 - Árvore Danificada.

D3 - Árvore Severamente Danificada.

D4 - Árvore Morta.

- O estágio D0 foi classificado em maior percentagem em campo do que na fotografia, em função dos fatores luminosidade e altura das árvores dificultarem ou impedir a identificação de árvores no estágio inicial do desenvolvimento do dano.

- O estágio D1, por apresentar mais características sadias do que doentes, pode muitas vezes não ser detectado em campo, ao contrário da fotografia, onde foi possível a sua identificação, pois uma árvore pode ser comparada simultaneamente com as adjacentes, o que permitiu uma classificação mais acurada.

- O estágio D2 é classificado com evidência, apresentando na fotografia um aspecto bastante doente, ao contrário da observação em campo.

- O estágio D3, por apresentar acículas de cor marrom, amarela e verde e dependendo do grau de fechamento da copa, pode ser confundido na fotografia com outro estágio. Em campo, este tipo de erro já não ocorre, porque a árvore é analisada de perfil, justificando assim o maior número de árvores D3 em campo.

- Árvores mortas com acículas em campo assim como na fotografia são identificadas pelo aspecto característico do avermelhamento das acículas. No entanto, árvores totalmente desaciculadas (perda total de acículas) na fotografia podem ser omitidas por se confundirem com sombra e/ou sub-bosque, ou ainda por já estarem tombadas, justificando a identificação de um menor número de árvores na Fotografias Aéreas Verticais do que em campo.

Um fungo não, identificado é o agente principal e responsável pelas perdas e danos, sendo que sua ação é lenta motivo pela qual aparece em menor intensidade os estágios D1, D2 e D3.

A presença de árvores em estágios mais avançados foi verificada com maior frequência na fotografia, em função da

análise ser facilitada pela observação simultânea com árvores adjacentes (Tab 06).

TABELA 06: MATRIZ DE COMISSÃO E OMISSÃO ELABORADA A PARTIR DA AVALIAÇÃO COMBINADA NO POVOAMENTO DE *Araucaria angustifolia*. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

CAMPO	FOTOGRAFIA AEREA					
	D0	D1	D2	D3	D4	N.V
D0	186	14	4	1	1	9
D1	5	4	1	-	-	2
D2	-	-	3	-	-	1
D3	-	-	1	4	1	-
D4	-	-	-	-	69	19

As árvores foram classificadas em um estágio mais acentuado em campo e na fotografia em até dois estágios. O terceiro estágio mais acentuado na fotografia é um caso particular, e pode ser justificado em função do tipo de copa (raleada) e pelo fato de que a árvore em campo ainda apresentou um aspecto sadio. Outra árvore que em campo foi classificada como D0 e na fotografia como D4, trata-se de um engano de identificação da árvore na fotografia aérea (Tab. 07).

Árvores não-visíveis na fotografia aérea, as quais correspondem a 9,5%, foram classificadas como co-dominantes, dominadas, tombadas ou com perda total de acículas (Tab. 07). Observação semelhante foi realizada por TEPASSE (1988), o qual verificou para as florestas da Europa Central a tendência em classificar as árvores como mais danificadas na Fotografia Aérea

do que em campo.

TABELA 07: APRESENTAÇÃO DOS VALORES ABSOLUTOS E RELATIVOS DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO COMBINADA NO POVOAMENTO DE *Araucaria angustifolia*. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

	Campo mais acentuado				Coinc. N.v		Fotografia mais acentuado			
	4	3	2	1			1	2	3	4
n	0	0	0	6	266	31	16	4	1	1
%	0,0	0,0	0,0	1,8	81,8	9,5	4,9	1,2	0,3	0,3

Coinc. = coincidência;

N.v = não visível;

1, 2, 3 e 4 = classificação em estágio mais acentuado.

n = 325 árvores

Árvores não-visíveis na fotografia aérea, as quais correspondem a 9,5%, são dominadas, tombadas ou com perda total de acículas (Tab. 08).

TABELA 08: VALORES ABSOLUTOS E RELATIVOS DAS ÁRVORES NÃO-VISÍVEIS NA FOTOGRAFIA AÉREA DO POVOAMENTO DE *Araucaria angustifolia*. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

	Posição Sociológica de Árvores Sadias			Árvore Tombada	Não-Tombada (D4.2)
	1	2	3		
	0	4	8		
n	0	4	8	4	15
%	0,00	1,23	2,46	1,23	4,62

número de árvores = n

posição sociológica: 1 = dominante

2 = co-dominante

3 = dominada

5.5 INDICE DE DANO

Para analisar os danos em cada talhão individualmente, foi calculado o índice, intensidade ou nível de dano, segundo o método de KENNEWEG (1984).

Para o trabalho em questão, em função dos estágios D1, D2, e D3 ocorrerem em percentagem muito pequena, foram considerados conjuntamente. Assim, para calcular a intensidade, foi atribuído o seguinte valor para cada classe:

Identificação	Area (Ha)	Estágios	Valor
- árvores sadias	A	D0	1
- árvores danificadas	B	D1+D2+D3	2
- árvores mortas	C	D4.1+D4.2	3
- clareira	D	clareira	4

$$\text{INDICE DE DANO} = (\%A * 1) + (\%B * 2) + (\%C * 3) + (\%D * 4)$$

Através dos valores atribuídos a cada classe, pode-se concluir que o talhão que obtiver índice igual a um apresenta toda a sua área com árvores sadias. E no outro extremo, com valor quatro, o talhão terá perda total, ou seja, não mais serão encontradas árvores. No entanto diferentes talhões podem ter o mesmo valor índice e apresentar diferentes áreas danificadas, ou ainda apresentar a mesma área danificada e valor índice diferente (Tab. 09, Fig. 22).

TABELA 09: CALCULO DO INDICE DE DANO POR TALHAO. IMOVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

Nº	TALHAO AREA (ha)	INDICE DE DANO	% AREA DANIFICADA
03	21,30	1,0274	1,132
04	20,70	1,0775	2,752
05	25,00	1,0108	0,410
06	20,00	1,0301	1,620
07	25,00	1,0494	1,880
08	25,00	1,0274	2,414
09	2,70	1,0000	0,000
10	3,00	1,3980	13,290
11	28,00	1,0188	0,647
12	41,50	1,0394	1,475
13	26,00	1,1081	4,348
14	43,00	1,0186	0,685
15	30,20	1,0476	1,628
16	39,30	1,0613	2,193
17	37,00	1,0213	0,742
18	47,00	1,0161	0,567
19	12,50	1,0930	0,346
20	12,30	1,0003	0,058
21	49,00	1,0035	0,176
22	22,50	1,0142	0,530
23	27,00	1,0028	0,117
24	49,00	1,0619	3,101
25	23,00	1,0171	0,626
26	27,00	1,0112	0,510
27	38,00	1,0317	1,281

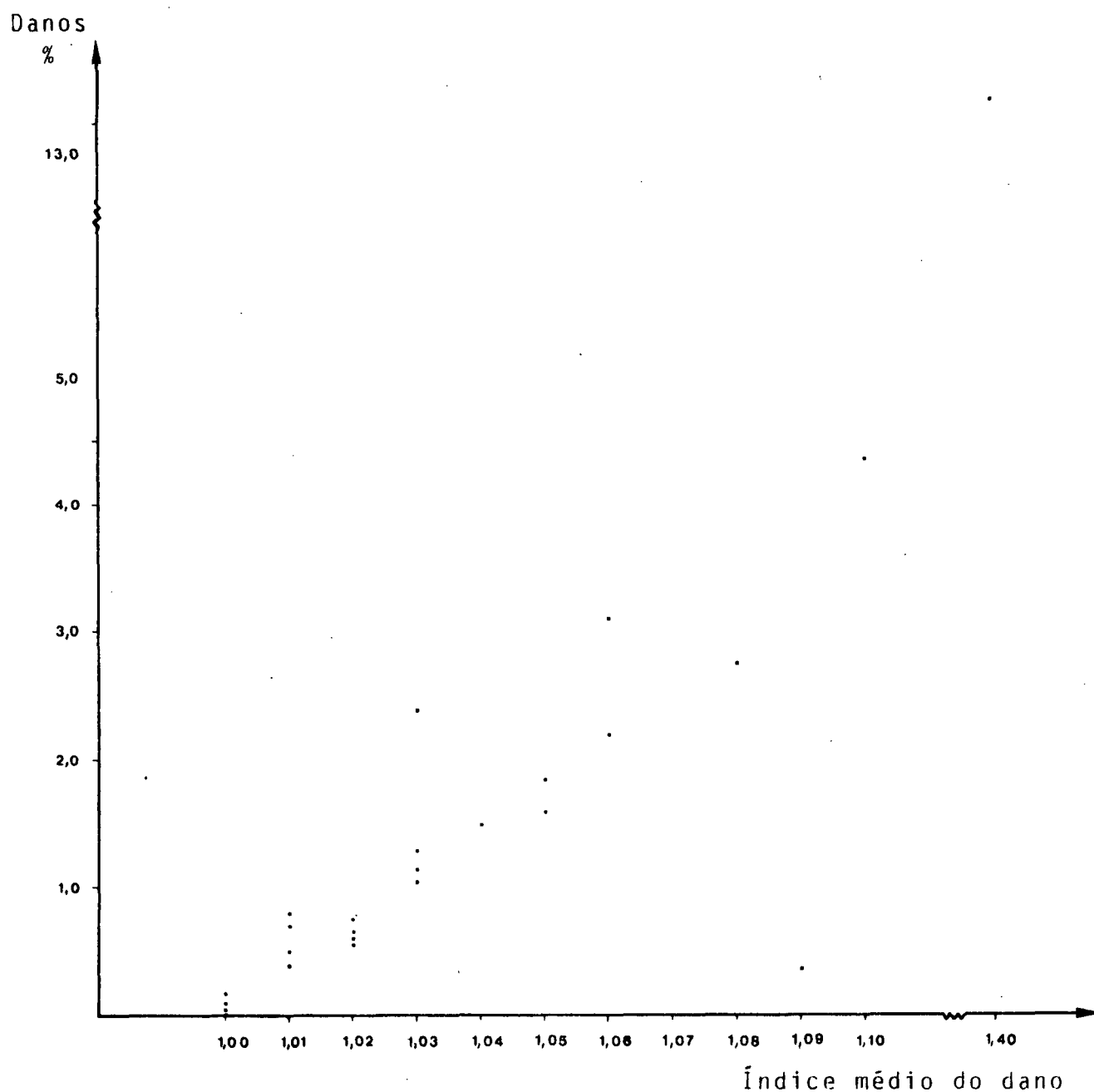


FIGURA 22: ÍNDICE DE DANO EM RELAÇÃO A TALHÕES INDIVIDUAIS. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

Observou-se na área de estudo uma pequena percentagem de árvores doentes (D1, D2 e D3). Consequentemente, o índice esperado seria menor do que dois, e de fato isto ocorreu. O maior índice encontrado foi 1,4.

Os talhões com uma concentração maior de focos apresentaram índice maior do que 1,02. Alguns talhões não apresentaram extensas áreas danificadas, mas foram mais representados por área de árvores mortas e clareiras, levando o talhão a ter um índice alto, ou seja com valor próximo de 2.

5.6 ALTITUDE

Segundo HILDEBRANDT et al. (1986) a variável altitude apresenta alta correlação com os danos. E de fato, através de uma análise visual, entre a variação de altitude de 450 a 650 m observou-se uma concentração maior de focos nos intervalos de altitude 500 a 580 m. No entanto, foi efetuada apenas uma análise visual, sendo assim necessário um estudo mais aprofundado em campo (Tab. 10).

5.7 EXPOSIÇÃO DO TERRENO

A ocorrência de uma concentração maior de focos foi verificada nas faces de exposição norte, sul e leste (Tab. 10). A causa não foi verificada em campo, mas que também exige um estudo mais aprofundado em campo. Em análises realizadas nas florestas da Europa Central HILDEBRANDT et al. (1986) não encontraram correlação exposição do terreno e danos (Tab. 11).

TABELA 10: ANÁLISE DOS DANOS EM RELAÇÃO A ALTITUDE. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

ALTITUDE	A	B	%A	%B	TOTAL	%TOTAL
<459	0	0	0,00	0,00	0	0,00
460-479	2	1	2,86	3,70	3	3,09
480-499	3	4	4,28	14,81	7	7,22
500-519	17	4	24,28	14,81	21	21,65
520-539	15	8	21,43	29,63	23	23,71
540-559	15	3	21,43	11,11	18	18,56
560-579	17	6	24,28	22,22	23	23,71
580-599	1	1	1,43	3,70	2	2,06
>600	0	0	0,00	0,00	0	0,00
TOTAL	70	27	100,00	100,00	97	100,00

A = Focos com clareira.

B = Focos sem clareira.

TABELA 11: ANÁLISE DOS DANOS EM RELAÇÃO A EXPOSIÇÃO DO TERRENO.
IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

EXPOSIÇÃO	A	B	%A	%B	TOTAL	%TOTAL
N	39	6	55,71	23,08	45	46,87
NO	1	0	1,43	0,00		1,04
O	4	3	5,71	11,54	7	7,29
SO	1	2	1,43	7,69	3	3,12
S	6	11	8,57	42,31	12	17,71
SL	2	2	2,86	7,69	4	4,17
L	15	0	21,43	0,00	15	15,62
NL	0	0	0,00	0,00	0	0,00
PLANO	2	2	2,86	7,69	4	4,17
TOTAL	70	26	100,00	100,00	96	100,00

A = Focos com clareira.

B = Focos sem clareira.

6. CONCLUSOES

1. A avaliação combinada permitiu a definição de árvores sadias e danificadas.

2. As Fotografias Aéreas Colorido Normal Não Métricas comprovaram ser validas para a avaliação de danos de etiologia fúngica.

3. A sinalização das amostras, através de alvos alocados sobre as copas, facilitou o trabalho de fotointerpretação de árvores individuais e consequentemente a verificação das mesmas em campo.

4. Foi possível definir 6 estágios de desenvolvimento de danos através de Fotografias Aéreas Verticais Colorido Normal Não Métricas.

5. A definição de 6 estágios de danos indica que há progressão de desenvolvimento do agente biótico-fungo.

6. No campo, as Arvores Pouco Danificadas (D1) e Danificadas (D2), aparentavam estar mais sadias do que doentes, entretanto suas raízes já se encontravam mortas. A baixa luminosidade no interior do talhão impediu a observação correta da descoloração das acículas e consequente identificação e classificação do dano. Todavia nas Fotografias Aéreas Verticais estas árvores puderam ser identificadas através da descoloração.

7. Arvores Severamente Danificadas (D3) foram identificadas em campo assim como nas Fotografias Aéreas Verticais.

8. Arvores Mortas (D4), em campo, apresentam as acículas completamente secas, sendo que pode haver citulação parcial ou total. Nas F.A.V. foram identificadas quando ainda não ocorreu citulação total, pois as árvores apresentam coloração

acinzentada, confundindo-se com a sombra e o sub-bosque.

9. Danos abióticos foram detectados através da alteração irregular estrutura da floresta. Nestes casos, ocorrem manchas com baixa densidade de árvores/ha devido ao afloramento de rochas ou, grupos de árvores pouco desenvolvidas em função do solo hidromórfico. Foi observado que não ocorrem árvores mortas mas sim árvores estressadas com o desenvolvimento aquém do esperado.

10. Os talhões 03, 04, 06, 07, 08, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 24 e 27, cujo Índice de Dano encontrava-se acima de 1,02, foram considerados doentes.

7. RECOMENDAÇÕES

Sugere-se que:

- 1 - a chave de classificação elaborada para os Projetos 5 e 6 seja utilizada para outros talhões de *Araucaria angustifolia*, desde que estes estejam na mesma fase de desenvolvimento, condições ambientais e tipo de dano (biótico-Fungo);
- 2 - o plano de manejo florestal seja revisto e ajustado à situação atual para aqueles talhões onde os danos foram consideráveis;
- 3 - as áreas que apresentam alteração de estrutura sejam melhor analisadas em campo, através do mapeamento, embora não apresentem mortalidade de árvores.

APENDICE

APENDICE 1 - FICHA DE CAMPO.

FICHA DE CAMPO

AMOSTRA Nº 05

1. IDENTIFICAÇÃO

RESPONSÁVEL: Bingnan

DATA: 04-05-89

EMPRESA: GIACOMET-MARODIN INDÚSTRIA DE MADEIRAS S.A.

MUNICÍPIO: Quedas do Iguaçu-Pr.

2. TALHÃO

PROJETO: 05

TALHÃO: 07

LOCAL. DO TALHÃO NO TERRENO:

DESBASTE: seletivo

ESTRATIFICAÇÃO: 3.0

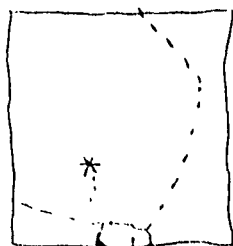
DOSSEL: 2

3. AMOSTRA

ALTITUDE: ± 540 m. s. n. m.

ORINT. INCLINAÇÃO DO TERRENO

CROQUI:



clareira.

marcalização : 10-03-83
16:30 hrs.

obs: amostra localizada na
margem do rio.

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Folha 01

Nº	Dist. (m)	Orient. (grau)	% perda acículas	Descol.	P.Sc.	Forma do dano	Obs.
1	9,0	.	50	manom	1	6	
2	3,30	30	0	verde	1	0	cop. ralo 1/3 inf. c/ caneladas.
3	5,40	08	0	"	1	0	" " "
4	1,10	342	100	—	2	7	es/ápico
5	3,50	342	0	verde	3	0	capa / itage
6	5,80	342	0	verde azul	3	0	capa v. ralo. c/ caneladas. na 1/3 inf.
7	7,80	342	0	verde	1	0	denso
8	9,40	342	0	"	1	0	"
9	6,60	322	100	~	2	7	
10	7,80	320	100	~	2	7	
11	9,0	316	100	~	1	7	
12	11,30	310	0	verde	3	0	denso
13	9,60	304	0	"	2	0	ralo / estruturado
14	8,40	296	85	manom	3	6	v. na foto
15	10,60	284	0	verde	2	0	denso
16	6,90	280	100	~	1	7	
17	9,60	272	0	verde	1	0	ralo 1/3 inf.
18	8,80	260	0	"	1	0	ralo 1/3 inf.
19	5,70	254	0	verde oliva	1	0	
20	8,80	240	0	verde	3	0	
21	6,50	222	100	~	2	7	
22	9,50	226	0	verde	1	0	denso c/ formação de caneladas
23	11,00	214	0	"	3	0	ralo quase v. rio.
24	11,80	206	0	verde claro	3	0	1/3 inf. acic. ralo
25	9,10	200	0	verde azul	2	0	ralo
26	5,0	196	35	manom	1	6	

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Folha 02.

Nº	Dist. (m)	Orient. (grau)	% perda acículas	Descol.	P.Sc.	Forma do dano	Obs.
27 ^x	7,30	182	0	amarelado	2	0	
28 ^z	8,60	178	0	"	3	0	
29 ^x	8,50	162	0	verde cloro	1	0	
30 ^a	6,00	162	0	verde escuro	1	0	rala
31 ^y	2,70	162	100	~	3	7	sliponto
32 ^y	6,40	134	0	amarelado	3	0	
33 ^z	3,30	100	0	verde	1	0	rala
34 ^y	4,20	112	0	"	3	0	
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							

APENDICE 2 - QUANTIFICAÇÃO DOS DANOS ABIÓTICOS E BIÓTICOS POR TALHAO. IMÓVEL RIO DAS COBRAS. QUEDAS DO IGUAÇU-PR. 1989.

TALHÃO Nº	ÁREA (HA)					%	%	%
	TALHÃO	BIÓTICO			ABIÓTICO			
		ÁRVORE MORTA	ÁRVORE DANIFICADA	CLAREIRA				
3	21.30	0.0492	0.0452	0.1468	0.4848	1.132	2.276	3.408
4	20.70	0.0192	0.0428	0.5076	1.3976	2.752	6.752	9.502
5	25.00	0.0272	0.0044	0.0708	-	0.410	-	0.410
6	20.00	0.0064	0.0148	0.1912	-	1.062	-	1.062
7	25.00	0.1128	0.0308	0.3264	0.4824	1.880	1.910	3.790
8	25.00	0.0160	0.0088	0.2152	0.3636	2.414	1.454	3.868
9	2.7	-	-	-	-	-	-	-
10	3.0	-	0.0012	0.3976	0.0412	13.293	1.373	14.666
11	28.00	-	0.0084	0.1728	-	0.647	-	0.647
12	41.50	0.0460	0.0776	0.4888	1.0088	1.475	2.431	3.906
13	26.00	0.0616	0.2584	0.8104	0.3348	4.348	1.288	5.636
14	43.00	0.0232	0.0288	0.2424	1.0720	0.685	2.493	3.178
15	30.20	0.0104	0.0136	0.4676	1.0960	1.628	3.629	5.257
16	39.30	0.0700	0.0524	0.7396	1.4508	2.193	3.692	5.885
17	37.00	0.0052	0.0152	0.2540	0.2556	0.742	0.691	1.433
18	47.00	0.0028	0.0196	0.2440	0.3496	0.567	0.744	1.311
19	12.50	0.0100	0.0040	0.0292	0.0884	0.346	0.707	1.053
20	12.30	0.0012	0.0028	0.0032	-	0.058	-	0.058
21	49.00	0.0188	0.0352	0.0324	0.9068	0.176	1.851	2.027
22	22.50	0.0032	0.0168	0.0992	-	0.530	-	0.530
23	27.00	0.0064	0.0060	0.0192	-	0.117	-	0.117
24	49.00	0.0524	0.7356	0.7316	1.3708	3.101	2.798	5.899
25	23.00	0.0100	0.0148	0.1192	0.2100	0.626	0.913	1.539
26	27.00	0.0108	0.0492	0.0776	-	0.510	-	0.510
27	38.00	0.0488	0.1024	0.3356	0.1088	1.281	0.286	1.567
Σ	695	0.6116	1.5888	6.7224	11.0220			

SUMMARY

A study was carried out in order to develop a methodology for the evaluation of damages caused by biotic agents in planted stands of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.. The quantitative data base was obtained from: a) "in situ" field inventory, and b) laboratory interpretation of Non-Metric Vertical Color Aerial Photos. The data obtained from these two sources of information were subjected to a "Combined Evaluation", an essential component of the methodology. The evaluation allowed the detection of the different development stages of the disease. These stages were identified by means of classification keys conceived in order to be used in the field as well as with aerial photos. Finally the intensity of damage, for each compartment, was determined. Hence, the forest company may have a better control over the biotic agent. Also forest management plans may be re-formulated for those areas where considerable damages were identified.

INHALTSANGABE

Die angestellte Untersuchung hat zum Ziel, eine Methode zur Beurteilung der biotischen Schädigen in Gebieten, in denen *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. angepflanzt wird, zu entwickeln. Die notwendige Grundlage an quantifizierten Informationen wurde folgendermassen erbracht:

- a) durch die Datensammlung bei Felderhebungen;
- b) durch die Auswertung von senkrechten nicht-metrischen Luftbildern.

Die angewandte Methode bestand aus einer kombinierten Auswertung beider oben erwähnten Informationsquellen. Es wurden sechs Schadensentwicklungsstufen erkannt und nach selektiven Klassifizierungsschlüsseln geordnet, die sowohl für die Felderhebungen als auch für die Luftaufnahmen erstellt worden waren. Schliesslich wurde für die verschiedenen Gebiete der Schadsindex, der die Schadensintensität bestimmt, ausgerechnet. Dieser Schadsindex ermöglicht den Forstbetrieben eine bessere Kontrolle der Schadenserreger und eine eventuelle Neubestimmung der Schädlingsbekämpfungsmassnahmen in Gebieten mit hohem Schadniveau.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- EVERY, G. Photo Interpretation for Land Managers. KODAK Publication M76, 26p., 1970.
- BAUER, F. A. S. Planejamento e Execução do Levantamento Aerofotográfico. Imóvel Rio das Cobras. Quedas do Iguaçu-PR. 1989.
- BRANDL, H. Beweissicherung bei neuartigen Waldschäden in Forstbetrieben. Allg. Forstzeitschr. (21), p.527-530, 1985.
- ESTES, J.E.; HAJIC, E.J.; TINNEY, L.R. Fundamentals of Image Analysis: Analysis of Visible and Thermal Infrared Data. In: COLWELL, R.N. (ed.). Manual of Remote Sensing. Falls Church, A.S.P. VII, Cap.24, p. 987-1124, 1983.
- HERTEL, R.J.G. Interpretação morfológica da Araucaria angustifolia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980, 143p.
- HILDEBRANDT, G. Voraussetzungen und Praxis der Inventur von Vegetationschäden durch Fernerkundung. Allg. Forstzeitschr. (35), p.720-723, 1980.
- HILDEBRANDT, G.; GRUNDMANN, O.; SCHMIDTKE, H. & TEPASSE, P. Entwicklung und Durchführung einer Pilotinventur für eine Permanente Europäische Waldschadensinventur. In: Projekt Europäisches Forschungszentrum für Massnahmen zur Luftreinhaltung (PEF) im Kernforschungszentrum Karlsruhe. Forschungsberichte KfK-PEF 11, 1986, 84p.
- KADRO, A.; KENNEWEG, H. Das Baumsterben auf dem Farb-Infrarot Luftbild. Das Gartenamt, p.149-157, 1973.
- KELLY, K.L.; JUDD, D.B. ISCC-NBS Centroid Color System. Manual of Color Aerial Photography. 1968. p. 523-545.
- KENNEL, E. Die Ergebnisse der Waldschadensinventur Bayern. Allg. Forstzeitschr. (5), p. 100-102, 1985.
- KENNEWEG, H. Auswertung von Farbluftbildern für die Abgrenzung von Schädigungen an Waldbeständen. Bildm. u. Luftbildw. (5), p. 283-290, 1970.
- KENNEWEG, H. Fernerkundungsverfahren zur Erfassung von Waldschäden. In: HUSS, J. (Hrsg.). Luftbildmessung und Fernerkundung in der Forstwirtschaft, Karlsruhe, 1984, p. 302-329.

- KENNEWEG, H.; LIESENBACH, M. Luftbildauswertung und die Analyse Grossraeumiger Inventurdaten zur Wald-erkrankung. **Forst- u. Holzwirt.** (8), p. 142-150, 1984.
- KILZ, E. Zu den Problemen bei der Auswertung einer Grossraeumiger Luftbildinventuren auf Infrarotbasis. **Allg. Forstzeitschr.** (43/44), p. 1086-1087, 1984.
- KRUGNER, L.T.; Doenças Florestais e seu Manejo. In: **Curso Sobre Atualização em Proteção Florestal**. Curitiba, 1989 (no prelo).
- LINGNAU, C.; PEDROSA-MACEDO, J. H.; DISPERATTI, A. A. Avaliação de Danos em Povoamentos de *Araucaria angustifolia*. In: **Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná - FUPEF**. Curitiba-PR., 1989 (no prelo)
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba-PR., CODEPAR, 1968, 350p.
- MARTINI, S.L. Perfil da Ocorrência de Pragas em Reflorestamento. In: **IPEF. Encontro sobre Pragas Florestais**, São Paulo, 1988.
- MASUMY, S.A. Infrarot-Farbluftbilder als Grundlage zur Inventur der Grossraeumigen Waldschaeden. **Allg. Forstzeitschr.** (46/47), p. 1250-1251, 1983.
- MASUMY, S.A. Interpretationsschluessel zur Auswertung von Infrarot-Farbluftbildern fuer die Waldschadensinventur. **Allg. Forstzeitschr.** (27), p.687-689, 1984.
- MURTHA, P.A. Guide to Airphotointerpretation of Forest Damage in Canada. **Canadian Forestry Service Publ. N 12920**, Ottawa, Canada, 63p., 1972.
- MURTHA, P.A. Remote Sensing and Vegetation Damage: a theory for detection and assessment. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 44(7), p. 1147-1158, 1978.
- MURTHA, P. A. Uses of Remote Sensing in Forest Pest Damage Appraisal. **Detection and Analysis of Vegetation Stress**. Proceedinep of a Seminar Helel. Edmontoh Alberta, Compiled by R. J. Hall. May, 8, 1981. p. 2-24.
- REICHELT, G. Zu: Verstaerkte Waldschaeden durch Radioaktivitaet. **Allg. Forstzeitschr.** (26), p. 576-578, 1986.
- RIVERAU, J.C. **Notas de Aula do Curso de Fotointerpretação**. Société Geotechnip et Geotechnip et Cooperation Technique Française; Tradução e Revisão

- FUCK, R.A. e ALMEIDA, J.A.P., Brasília - Novembro/1970.
- SCHMIDTKE, H. Zur Definition von Schadniveaus fuer Bestandes-und Betriebsweise Waldschadensinventuren. Allg. Forstzeitschr. (37), p. 930-932, 1987.
- SCHOEPFER, W. Verstaerkte Waldschaeden durch Radioaktivitaet? eine Kritische Stellungnahme zur Schadenskartierung von Reichelt. Allg. Forstzeitschr. (5), p. 95-98, 1986.
- SCHROETER, H.; ALDINGER, E. Beurteilung des Gesundheitszustandes von Fichte und Tanne nach der Benadelungsdichte. Allg. Forstzeitschr. (18), p. 438-442, 1985.
- SCHWERDTFEGGER, F. Die Waldkranheiten. 4 ed. revisado com 242 fig., Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin, 488p., 1981.
- TEPASSE, P. Aeriale Waldschadensinventur in der Bundesrepublik Deutschland. Allg. Forstzeitschr. (30/31/32), p. 793-796, 1985.
- TEPASSE, P. Verfahren zur Luftbildsichtbaren Markierung von Einzelbaeumen. Allg. Forstzeitschr. (14), p. 344, 1986.
- TEPASSE, P. Qualitative und Quantitative Beziehungen Zwischen Terrestrischen und Aerialen Daten des Waldzustandes. Dissertation an der Forstwissenschaftlichen Fakultaet Freiburg, 1988, 234p.
- TZSCHUPKE, W. Erfassung der Neuartigen Waldschaeden mit Infrarot-Farbluftbildern. Allg. Forstzeitschr. (43/44), p. 1084-1085, 1984.